REVUE DES TRAVAUX

DE L'INSTITUT DES PECHES MARITIMES

Tome XX, fascicule I

Mars 1956

L. Beaugé. — *Le Golfe du Saint-Laurent* 5

R. Letaconnoux et J. Dardignac. — *Un thonier de type californien dans les eaux françaises d'Afrique* 41

G. Lucas et P. Lefevre. — *Contribution à l'étude de quelques sédiments marins et de récifs d'Hermelles de la baie du Mont-Saint-Michel* 85

M. Rossignol. — *Sur la présence d'Ebriédiens dans le plancton de la baie de Pointe-Noire (A.E.F.)* 115

LE GOLFE DU SAINT-LAURENT

par le Commandant L. Beaugé

I. — SITUATION GEOGRAPHIQUE.

Entre les latitudes 45°30′ (Canso) et 52° (Belle-Isle) s'étend une vaste dépression dont le modèlement glaciaire récent a laissé des empreintes partout visibles, dans les augets de la vallée, dans les verrous et moraines frontales, dans les dépôts de *boulders* des moraines latérales, qui rendent parfois si difficiles l'approche des cales le long desquelles les petits villages côtiers déchargeaient autrefois les barges qui effectuaient la communication avec Québec et qui servent surtout aujourd'hui à assurer le trafic du bois de pulpe.

Entre 55°20′ (Belle-Isle) et 71°10′ (Québec) de longitude Ouest, la masse centrale de cette petite mer intérieure mesure grossièrement 240 milles marins de côté ou 444 km., de sorte que sa surface est approximativement de 200.000 km².

La distance de Québec à Belle-Isle est de 700 milles ou 1.300 km ; la côte de Terre-

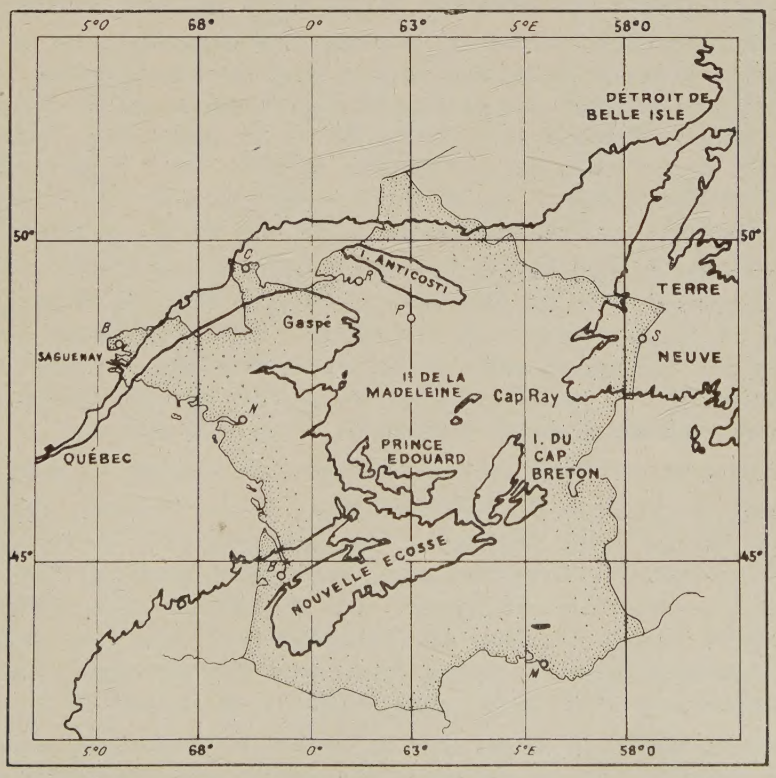


Figure 1.

Neuve a 200 milles ou 370 km. sur le Golfe, l'île du Cap Breton 80 milles ou 148 km., la côte du Nouveau-Brunswick jusqu'à Caraquet 240 milles ou 444 km., la distance de Gaspé à Québec est de 350 milles ou 648 km. L'île du Prince Edouard a 150 milles de côtes ou

278 km. ; Anticosti, 250 milles ou 464 km. En ajoutant les rivages des îles de la Madeleine et de nombreux îlots, on arrive à un total de 2.300 milles ou 4.260 km.

La distance entre le Cap de la Madeleine et la côte Nord est de 60 milles (111 km.), celle d'Anticosti à Québec est de 350 milles (648 km), de sorte que le seul triangle de l'estuaire possède une surface de 35.960 km^2, soit le sixième du Golfe.

Tout est relatif, mais à l'échelle européenne ces dimensions sont considérables. La superficie de la France n'est que de 551.000 km^2, deux fois et demie celle du Golfe et le développement de ses côtes n'atteint pas les 2/3 de l'étendue canadienne. Il est plus intéressant encore d'imaginer (fig. 1) un glissement en latitude des deux régions jusqu'à leur superposition. La côte nord du Golfe se place de Cherbourg à la Picardie et à la Belgique, l'île d'Anticosti de Dieppe à Reims, Gaspé entre Rouen et Paris, Dijon au voisinage des îles de la Madeleine, la pointe sud-ouest de Terre-Neuve, le Cap Ray, en Alsace, tandis que l'île du Cap Breton occupe la région lyonnaise et la Nouvelle-Ecosse une partie de la Gascogne. Autrement dit, c'est toute la région des plus fameux crus français que nous venons de recouvrir. Pourquoi donc ici le vin doré d'Anjou pétille-t-il dans les verres, la topaze du Chablis ou du Sauterne, le rubis du Pommard ou du Corton, la pelure d'oignon du Châteauneuf-du-Pape ou du Saint-Emilion réjouissent-il le cœur de l'homme, tandis qu'à la même distance de l'Equateur, avec le même rayonnement solaire, on doit là-bas se contenter de limonades médicinales, enrichies de sucs de coca ou de cola ? C'est essentiellement à la nature des eaux que ce phénomène est dû et c'est ce que nous voudrions faire ressortir.

Nous ne nous étendrons pas sur la formation géologique du Golfe, ni sur la topographie de ses fonds, ni sur la description de ses rives. Qu'il nous suffise de savoir que le caractère fondamental du relief consiste dans la conjonction, au sud-est d'Anticosti, de deux vallées, l'une venant de Belle-Isle avec plus de 200 m. de profondeur, l'autre du Saguenay avec plus de 300 et se réunissant, une centaine de milles avant le détroit de Cabot, dans une dépression de plus de 400 m., qu'un dernier auget dépassant 500 m. approfondit encore par le travers des îles de la Madeleine et qui garde plus de 400 m. jusqu'à Cabot (fig. 2).

Il est intéressant de signaler que la vallée occidentale atteint déjà 200 m. en face des Bergeronnes, à moins de 5 milles en aval du barrage du Saguenay et que la branche orientale se termine en cul-de-sac très raide à moins de 5 milles de Port-au-Choix et de l'île de Terre-Neuve, à une trentaine de milles du détroit de Belle-Isle. Au delà du cul-de-sac, la liaison du Labrador et de Terre-Neuve constitue pour les eaux du courant extérieur labradorien une barrière infranchissable au-dessous de 80 m. de la surface.

Deux conséquences capitales vont découler de cette situation du relief.

Tout d'abord, le chenal du Saint-Laurent laisse passer librement, entre les bancs de Saint-Pierre, de Misaine et du Banquereau, les eaux dites de *pente* (33 à 35 de salinité), depuis la limite des bancs de Terre-Neuve au sud jusqu'au détroit de Cabot. Par les deux grandes artères que nous venons de signaler dans le Golfe, ces eaux viendront l'irriguer en profondeur jusqu'au lointain Saguenay sans rencontrer d'obstacle. Tout au contraire, le seuil de Belle-Isle ne laissera passer du courant labradorien que la « crème » superficielle, prélevée dans la tranche d'eau allant de la surface à 100 m. de profondeur.

Les études géologiques de la province de Québec, les travaux considérables du Service hydrographique canadien nous renseignent d'une manière très satisfaisante sur la constitution du relief. Tout au plus serait-il désirable que des dragages fussent entrepris pour nous faire connaître le caractère et la nature des sédiments qui garnissent les flancs et le fond de ces vallées et des plateaux sous-marins, et fournir en même temps le relevé cadastral des richesses faunistiques ou phytologiques de ces fonds. Ceci serait du plus grand intérêt pour les pêcheurs qui, un jour ou l'autre, se décideront à exploiter ces gisements naturels.

Laissant de côté ce chapitre, nous bornerons notre étude à l'examen des eaux qui occupent ce bassin.

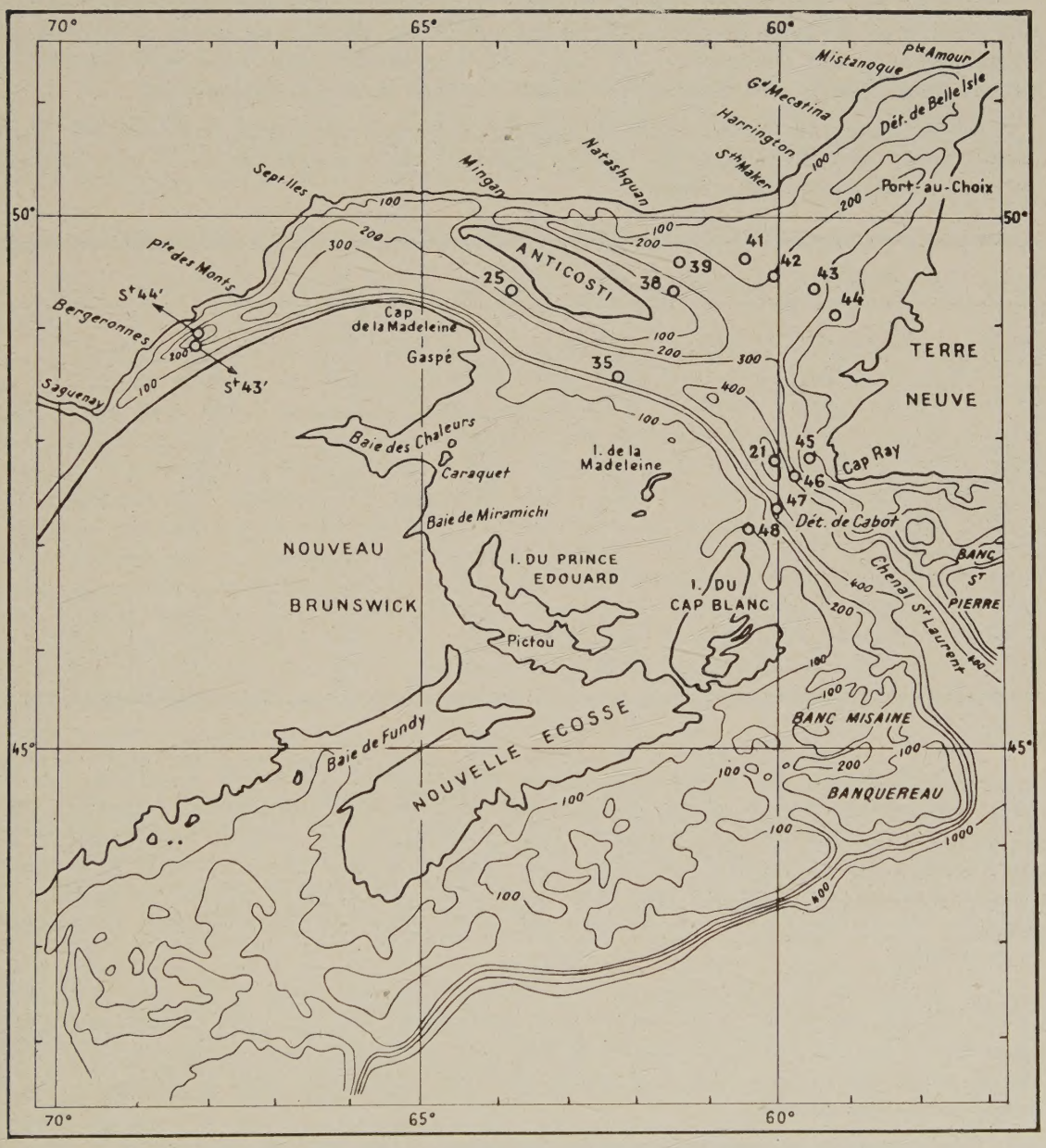


FIGURE 2.

II. — EAUX ATLANTIQUES ET EAUX CONTINENTALES.

Nous adopterons la qualification courante d'atlantiques pour les eaux de plus de 35 g. par litre de salinité, et de continentales ou polaires pour celles de moins de 35 g., en convenant cependant de distinguer parmi ces dernières, sous le nom d'eaux de pente, celles de

33 à 35 g. que l'on rencontre au large, sur les bancs de Terre-Neuve jusqu'aux limites du plateau continental.

Il n'est pas sans intérêt d'avoir présentes à l'esprit les variations importantes de densité subies par des eaux de salinité fortement différente, comme c'est le cas dans la région considérée, avec une élévation ou une baisse de température assez faible, de l'ordre de 1° par exemple. Toutes nos températures seront estimées en degrés centigrades.

Considérons cinq masses d'eau de salinité différente et de densité égale 1,02249. Leurs températures sont différentes. Elevons et abaissons ces températures de 1°. Les densités subiront les variations dD suivantes :

Salinités	28	30	32	34	36
T°	0	13.3	20.0	25.4	30.1
Densité	2249	2249	2249	2249	2249
			Hausse		
T°	+ 1	14.3	21.0	26.4	31.1
Densité	2244	2229	2223	2219	2215
dD	— 5	— 20	— 26	— 30	— 34
			Baisse		
T°	— 1	12.3	19.0	24.4	29.1
Densité	2251	2269	2274	2279	2284
dD	+ 2	+ 20	+ 25	+ 30	+ 35

On voit combien les variations de densité sont inégales et d'autant plus fortes que les eaux sont plus salées. Or, il est fréquent dans le Golfe de rencontrer côte à côte des eaux de nature très différente qui coexistent, sans se mélanger, par suite de l'importance et de l'alimentation différentes de leurs masses. La simple remarque ci-dessus suffit à souligner l'importance que prendront les variations relatives de volume spécifique ou, si l'on veut, de dilatation de ces masses au sein les unes des autres, pour une même variation du rayonnement solaire.

Et il convient de rapprocher, de ces différences de dilatation, le fait que la capacité calorifique des masses d'eau est fonction de leur salinité. S'il faut 1.000 calories pour élever une masse d'eau distillée de 1°, il suffit de 932 pour une masse égale de salinité 35, de sorte que le même rayonnement solaire échauffe plus vite l'eau salée, dont la dilatation est en même temps plus grande.

Pour compléter ce rappel de principes généraux, il est utile de mentionner le fait que la conductibilité thermique, c'est-à-dire la quantité de chaleur transmise pendant une seconde à travers 1 cm^3 d'eau, dont deux faces opposées sont maintenues à une différence de température de 1 degré, est de 1,400 pour l'eau douce et seulement 1,341 pour l'eau de salinité 35. Il en résulte une conséquence importante : supposons que deux masses de salinité différente s'échauffent, par suite d'une cause extérieure, le rayonnement solaire. En surface, l'eau plus salée se dilate plus vite et envahit le champ polaire ou continental ; c'est ce que nous appellerons la *transgression chaude*. En profondeur la transmission de chaleur se fait plus vite dans l'eau plus douce ; c'est elle qui se dilate le plus et qui se fait de la place dans

le champ de sa rivale en produisant un *coin froid*, une invasion de masses froides (1). Supposons au contraire qu'il y ait refroidissement et contraction. En surface l'eau salée se contracte plus vite, l'eau polaire envahit son domaine, c'est la *transgression froide ;* en profondeur l'eau douce se refroidit plus vite et par suite se contracte davantage. Il y a envahissement de l'eau plus salée, *coin chaud*.

Il était indispensable de rappeler ces considérations pour étudier le conflit des masses en présence dans le Golfe, afin d'analyser les phénomènes observés. Il y a peu d'endroits sur la terre où les éléments en présence offrent des divergences aussi marquées et où les réactions des inégalités de dilatation soient aussi remarquables.

III. — COURANTS DE MAREE ET COURANTS DE MASSE.

Nous devons faire une distinction entre deux causes de mouvements des masses différentes.

L'attraction de la lune et du soleil sur les molécules d'eau se fait sentir à son maximum au moment du passage de l'astre dans le méridien d'une localité terrestre quelconque. A ce moment les deux forces, centrifuge dirigée vers l'astre et centripète dirigée vers le centre de la terre, sont inégales. Il en résulte une attraction des molécules d'eau vers la région exposée à l'astre, c'est-à-dire se trouvant sur la ligne qui joint les centres, d'où résulte en ce point un renflement, une intumescence, cependant qu'au point diamétralement opposé forces centrifuge et centripète sont aussi inégales et leur différence en sens contraire. L'effet produit par la chasse des molécules est identique et provoque un gonflement, une intumescence égale. Le mouvement se produira donc deux fois par 24 heures et c'est pourquoi les marées sont appelées semi-diurnes. De plus, il existe toujours un retard entre le passage de l'astre et le maximum d'effet, de même qu'il y a un retard entre le passage du soleil au solstice du 21 juin et le maximum de chaleur atmosphérique en fin de juillet et début d'août. On sait que ce retard, pour les marées, est attribué à la configuration géographique des localités et porte le nom d'établissement du port. Nous verrons plus loin, en parlant de la circulation dans le Golfe, la façon exceptionnelle dont les marées s'y manifestent.

Quoi qu'il en soit, à chaque passage de la lune au méridien, avec le retard de l'établissement il se produira un exhaussement local des masses, une dénivellation et l'équilibre ne se rétablira que par un glissement des molécules d'eau le long de la pente. C'est ce que l'on appelle les courants de marée. Dans des parages où deux bassins importants communiquent par des défilés étroits, ces courants sont susceptibles d'acquérir de grandes vitesses. A l'île aux Coudres, au barrage du Saguenay, ils atteignent aux grandes marées jusqu'à 8 ou 9 nœuds. Les vitesses de 1,5 à 2 nœuds sont les plus fréquentes dans l'estuaire.

Ces vitesses font illusion. Comme elles sont facilement observables, comme on voit l'eau glisser le long des rives, comme on ne reste pas à considérer ce mouvement pendant 12 heures consécutives, on oublie trop souvent qu'à chaque alternance de pleine mer, deux fois par 24 heures, on arrive à un point mort et que le travail est nul. Mettez un flotteur à l'eau devant l'île aux Lièvres, par exemple. Six heures plus tard, si vous le suivez en bateau, vous le trouverez 12 milles en amont, si la mer monte, car le courant est d'environ 2 nœuds dans cette région, mais au bout de 12 heures, s'il ne s'est pas échoué en route sur la berge, il sera revenu à son point de départ.

Les courants de masses sont bien différents. Ils sont le résultat, l'intégration des dilatations différentes des masses en présence, sous l'effet d'une cause unique, le rayonnement solaire. La transgression, l'excès de dilatation d'une masse sur une autre, qui lui fera chercher en quelque sorte son « espace vital », sera bien moins sensible que le courant de marée.

(1) L'eau polaire, plus douce, est généralement plus froide que l'eau de salinité forte.

Si sa valeur atteint 6 milles par jour, ou 1/4 de nœud, c'est une vitesse honorable, mais la cause qui la provoque ne renverse pas toutes les six heures, comme pour les courants de marée. Sa période fondamentale est celle des saisons : elle est bi-annuelle. Pendant six mois le soleil passe du Tropique du Capricorne à celui du Cancer et son rayonnement augmente pour l'hémisphère Nord du 21 décembre au 21 juin ; pendant six autres mois, il redescend vers le Sud et son rayonnement diminue de son passage au Tropique du Cancer à son retour au Capricorne, et, avec un retard analogue à l'établissement du port pour les marées, il se produit à la surface des eaux un échauffement suivi d'un refroidissement périodique, mais chacun dure six mois. Six milles par jour font 1.080 milles en six mois, et voilà, pour les molécules d'eau entrant à Belle-Isle, plus de temps qu'il n'en faut pour parvenir à Québec, avant le renversement de saison.

On constate qu'à 2.000 m. de profondeur et même pratiquement à 1.000 m., les mouvements océaniques deviennent insignifiants ou au moins sensiblement égaux sur des étendues considérables. Cela ne peut être sans l'égalité des pressions des colonnes d'eau qui surmontent ces plans. L'équilibre par immobilité ne peut être obtenu que si chaque colonne de surface unitaire est de même poids que ses voisines : $P = m\ g$.

Pour une surface de base unité, la masse des colonnes est exprimée par le produit de la densité et de la hauteur $m = h\ d$, c'est-à-dire que $P = h\ g\ d$, ou en remplaçant h par son inverse le volume spécifique :

$$P = g\ h/v \qquad \text{ou} \qquad P\ v = g\ h = H.$$

Cette quantité H, que nous appellerons la hauteur dynamique, représente le travail effectué pour élever une molécule d'eau du plan d'équilibre à la surface, autrement dit le potentiel dynamique de l'élément de surface considéré.

L'unité de pression est le bar, qui correspond sous nos latitudes à une colonne de mercure de 750 mm. ou à une colonne d'eau distillée de 1 cm^2 de section et de 10,2 m. de hauteur. On utilisera comme unité de pression océanique le décibar, dixième du bar, qui représentera une hauteur sensiblement égale à 1 mètre. Nous prendrons donc à chaque station température et salinité en surface, à 25, 50, 100, 200, 300 m., afin d'obtenir les volumes spécifiques moyens de chaque tranche. Les hauteurs dynamiques s'obtiendront en multipliant à partir de la base le volume spécifique moyen par l'épaisseur de la tranche et en ajoutant le résultat à la valeur obtenue pour la tranche précédente. On aura alors, pour chaque station et pour le niveau envisagé, de la surface au fond, la cote dynamique qui permettra de tracer les courbes isodynamiques en joignant par un trait continu les points de même cote (fig. 3). Ce tracé représentera le champ examiné en décimètres ou centibars et en centimètres ou millibars.

Station 44′ Lat. 48°55′ Long. 68°15′					Station 43′ Lat. 48°41′ Long. 68°23′			
Prof.	T°	Sal.	Vol.	H.	T°	Sal.	Vol.	H.
Surf.	12,1	26,71	.98003	292,69	10,4	24,72	.98144	292,83
25 m.	3,1	27,87	.97840	268,21	5,3	28,61	.97801	268,34
50 m.	0,1	31,76	.97534	243,78	1,6	30,59	.97630	243,91
100 m.	1,9	32,66	.97496	195,03	1,8	42,66	.97686	195,08
200 m.	4,0	33,39	.97511	97,52	4,0	33,75	.97477	97,51
300 m.	4,6	33,95	.97525					

Supposons-nous en surface. Les molécules d'eau de la station 43′ sont à 292,83 — 292,69 = 0,14, soit 14 cm. ou 14 millibars au-dessus de celles de la station 44′. Cette différence de hauteur dynamique représente la puissance de nivellement au niveau libre entre les deux stations. La distance entre les stations étant de 15 milles, le gradient de la puissance de nivellement sera :

$$\frac{0{,}14}{15 \times 1852}$$

Cette quantité représente la valeur de la composante du mouvement sur la ligne qui joint les stations. L'effort de nivellement s'exerce suivant la ligne de plus grande pente qui

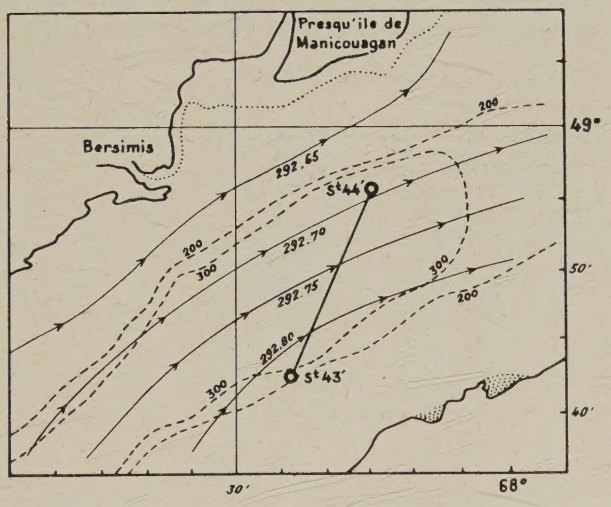


FIG. 3. — *Isodynamiques.*

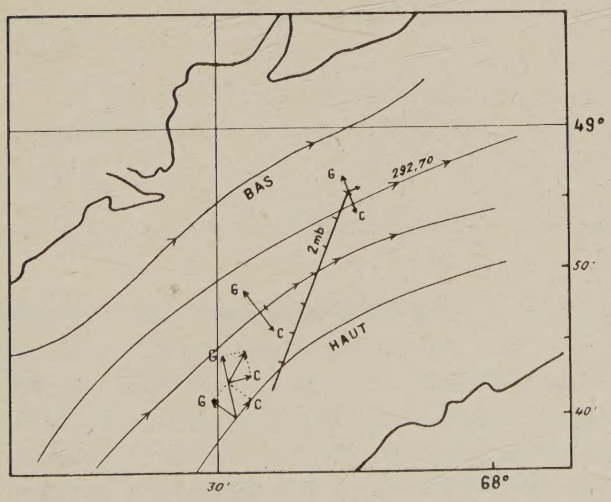


FIG. 4. — *Sens et force du courant.*

est normale aux isodynamiques. Dans son mouvement de glissement la molécule d'eau est déviée vers la droite par la force de Coriolis qui, dans l'hémisphère Nord, est dirigée à 90° à droite de son mouvement. La molécule va tourner jusqu'à ce que la force de Coriolis se

trouve en sens inverse de la ligne de plus grande pente de la surface isobarique considérée. Lorsque les deux forces se balanceront, la molécule obéira aux forces de dilatation qui la pousseront le long de sa trajectoire, sur l'isodynamique qui représente son potentiel (fig. 4). Donc, les isodynamiques représentent la trajectoire des molécules d'eau au niveau considéré et pour avoir le sens du mouvement il suffira de regarder de quel côté sont les hauteurs dynamiques les plus fortes. Elles doivent être à droite du sens du mouvement. Quant à la vitesse du mouvement, on en a une appréciation en examinant la densité des isodynamiques dans une étendue donnée. Plus le réseau des courbes est serré, plus grande est la vitesse. Une formule très simple obtenue en égalant la force de pente ou de gradient et la force de Coriolis permet de l'avoir avec une approximation satisfaisante. Sous nos latitudes, exactement par 48°, une distance de 1 mille entre deux isodynamiques différant de 1 centibar, correspondrait à une vitesse de 1 mille à l'heure ; une distance de 1 mille entre deux

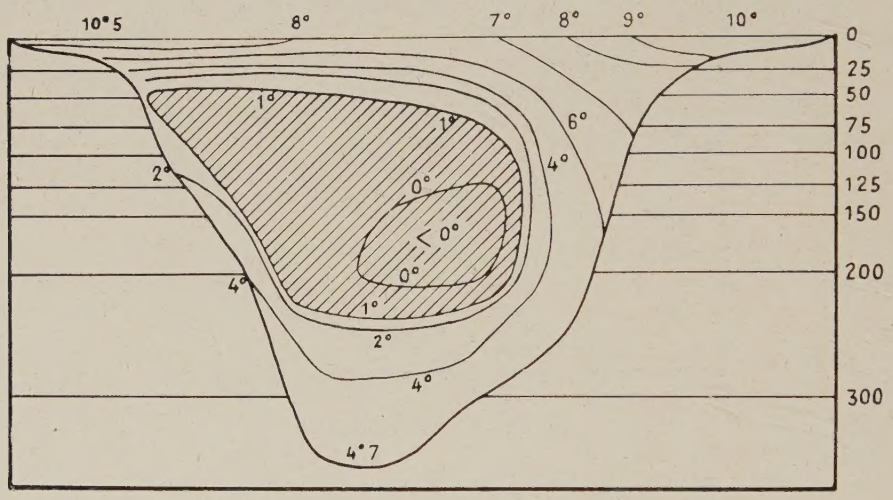


FIGURE 5.

Bersimis à Rimouski. — Août 1947.

Le « voile » est suspendu au centre de la vallée sans adhérence aux berges.

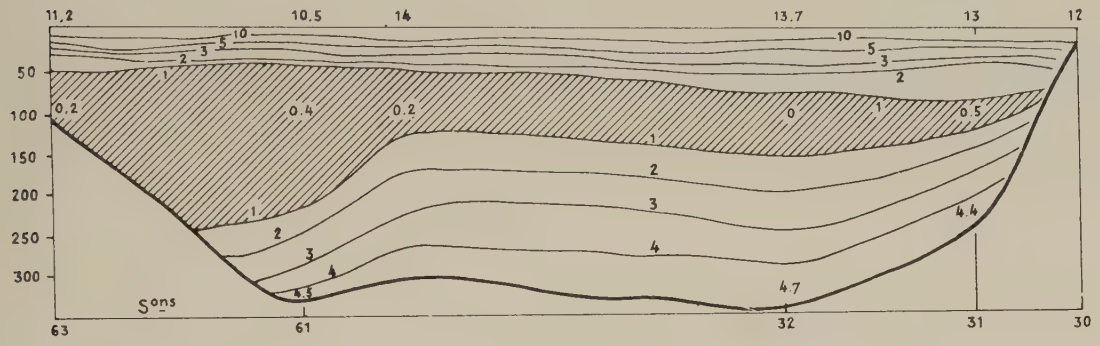
isodynamiques différant entre elles de 2 millibars, correspond à une vitesse de 0,2 mille à l'heure.

Ne quittons pas le tableau précédent sans faire deux remarques :

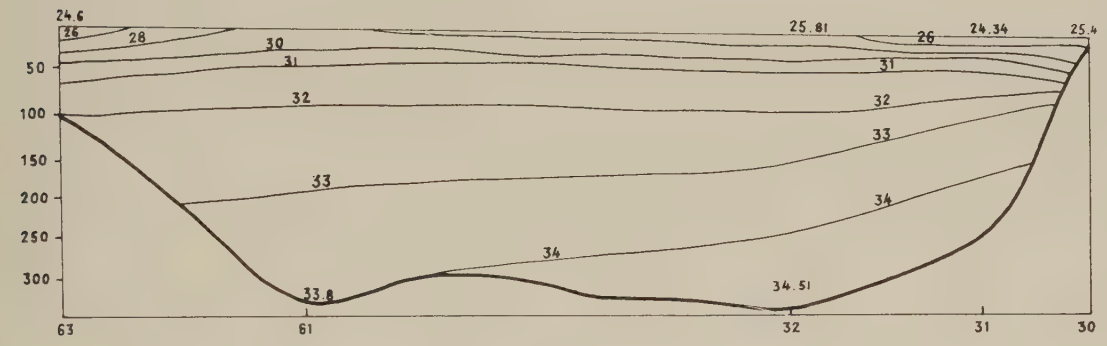
1° Il faut arriver à 75 m. environ pour trouver des eaux de salinité 32. De là jusqu'au fond, elles augmentent et avoisinent 34 et parfois davantage au creux de la vallée.

2° Il existe en certains endroits, et en particulier station 44', une tranche d'eau en sandwich dont la température est inférieure à 1° C et peu favorable à la vie animale. C'est le « *voile* ». Au-dessous, les températures remontent jusqu'au fond. Or, il peut arriver que cette tranche d'eau soit suspendue entre la surface et le fond (fig. 5), ou au contraire accoste une des berges du talus (fig. 6). Dans le premier cas, elle est simplement une source de froid par conductibilité. Mais dans le second cas elle fait fuir les espèces vivantes et, suivant son étendue le long de la pente, elle est la cause de la disparition du poisson précisément à la profondeur où par tradition le pêcheur quête sa provende. Il peut trouver le poisson qu'il

cherche à un niveau supérieur, mais le poisson peut être au-dessous de ce niveau et comme le pêcheur n'est pas outillé pour exploiter de telles profondeurs, sa pêche est déficitaire.



Températures.



Salinités.

FIGURE 6.

Toubib. — Croisière 1947.

Coupe de Rivière au Renard à la Pointe des Monts.

Nota. — *On remarquera l'importance du « Voile » (températures de moins de* 1° *c.). L'épaisseur de cette tranche qui ne dépasse pas* 25 *mètres sur la côte Sud atteint* 200 *mètres sur la côte Nord. Les eaux continentales de moins de* 30 *‰ ne dépassent nulle part la profondeur de* 50 *mètres. Le Voile est centré sur les eaux de* 32 *‰ et s'arrête avant les eaux de* 33 *‰.*

IV. — LES CONFLITS DES EAUX LAURENTIENNES.

Quelles sont les sources d'alimentation du Golfe Saint-Laurent ? Nous pouvons assimiler cette vaste étendue à un triangle possédant une porte à chaque sommet.

De Québec à Lévis la largeur est d'un mille ou 1.852 m. et la profondeur moyenne de 15 m., autrement dit la section a une surface de 27.780 m^2. Des travaux hydrographiques exécutés dans le port, il résulte que l'excédant du jusant sur le montant est de 17 milles par marée, 34 par jour ou 62.968 m. Par conséquent, l'apport du fleuve au Golfe est de 1.749 millions de m^3 par vingt-quatre heures.

La porte de Belle-Isle a une largeur de 9 milles et demi ou 17.594 m. La profondeur moyenne est de 45 m., ce qui donne une section de 801.680 m^2. On est fort mal renseigné

sur les mouvements d'eau par cette passe, surtout en profondeur. D'observations dignes de foi, il résulterait que l'excédent du courant entrant sur le courant sortant est de l'ordre de 6 milles par 24 heures ou 11.112 m. Le volume d'eau entrant par Belle-Isle serait donc de 8.908 millions de m^3, soit plus de 5 fois le débit du Saint-Laurent.

Enfin, le détroit de Cabot laisse pénétrer l'eau par ses deux extrémités et l'évacuation se fait par le centre. La surface totale, avec 55 milles de largeur et 220 m. de profondeur moyenne, est de 22 millions de m^2. Mais la surface de la tranche occupée par le flot entrant par l'Est, vers Terre-Neuve, n'est que de 2 millions de m^2 avec une vitesse de 5.400 m. par 24 heures, soit 10.800 millions de m^3. Le flot entrant par l'Ouest, vers l'île du Cap Breton, est approximativement égal, de sorte que le volume total d'eau entrant par 24 heures peut atteindre 21 milliards et demi de m^3. L'apport d'eau salée dans le Golfe est donc près de vingt fois supérieur à l'immense débit du Saint-Laurent et le tout s'écoule par la partie centrale du détroit.

On se tromperait grossièrement en imaginant que ces masses énormes ont tendance à se mélanger comme de l'eau et du vin que l'on verse dans un verre. En réalité, les grandes masses océaniques se comportent l'une près de l'autre comme des liquides non miscibles de densité différente. Il y a bien, aux surfaces de contact, des échanges, ce que l'on appelle des mouvements de convection, dus au fait que les densités des eaux en présence ne sont pas les mêmes, mais ces mouvements locaux sont insignifiants si on les compare aux poussées globales des blocs l'un contre l'autre. Les éléments exposés au contact succombent, mais le caractère des masses subsiste et la preuve en est que, au centre même du Golfe, on trouvera la situation suivante :

	Station 25 (26 juin) Lat. 49°18′ Long. 63°42′		Station 35 (5 août) Lat. 48°41′ Long. 62°15′			
	T°	S	T°	S	dT°	dS
Surf.	8,2	29,66	12,9	30,24	+ 4,7	+ ,78
25 m.	4,6	30,73	3,4	31,44	— 1,2	+ ,71
50 m.	— 0,2	31,92	— 0,6	32,25	— 0,4	+ ,33
75 m.	— 0,55	32,48	— 0,75	32,55	— 0,2	+ ,07
100 m.	— 0,2	32,97	— 0,3	32,84	— 0,1	— ,13
200 m.	2,55	33,93	2,8	33,89	+ 0,25	— ,04
300 m.	4,20	34,50	4,35	34,56	+ 0,15	+ ,06
moy.	3,04	33,33	3,36	33,44	+ 0,32	+ ,11

Entre juin et août, il n'y a aucun mélange, même à la distance de 25 m. entre les couches d'eau. L'ensemble de la tranche marque un réchauffement de 0°32 et une élévation de salinité de 0,11, mais ces variations totales résultent de différences horizontales tantôt positives, tantôt négatives, absolument comme si chaque niveau était isolé. Ces variations sont dues à des glissements horizontaux respectueux des densités, mais sans aucune tendance à l'égalisation, à la fusion, au mélange. Alors que la température s'est élevée en surface elle diminue de 25 m. à 100 m. pour augmenter de 200 m. au fond, tandis que la salinité augmente jusqu'à 75m. et diminue de 100 à 200 m. Rien ne peut mieux souligner l'indépendance de ces variations l'une par rapport à l'autre. On peut même déterminer la

position du « voile » par interpolation. Les températures inférieures à + 1° C sont comprises en juin entre 44 et 152 m. et en août entre 40 et 132, c'est-à-dire qu'il y a une légère élévation vers la surface. La température a passé de — 0°35 à — 0°48 à 90 m., c'est-à-dire a diminué. La salinité au même niveau a passé de 32,77 à 32,72, c'est-à-dire a diminué également. Il y a donc eu avance du flot polaire entre juin et août sans qu'il y ait pour cela mélange plus intime des masses.

On objectera peut-être que ces deux stations sont trop éloignées l'une de l'autre pour qu'on puisse valablement les comparer. En voici deux autres prises dans le voisinage du détroit de Cabot et à 14 milles seulement de distance l'une de l'autre :

	Station 21 (13 juin) Lat. 47°52′ Long. 60°04′		Station 46 (12 août) Lat. 47°41′ Lat. 59°52′			
	T°	S	T°	S	dT°	dS
Surf.	4,2	31,73	12,75	31,37	+ 8,55	— ,36
25 m.	4,0	31,72	8,3	31,60	+ 4,3	— ,12
50 m.	2,45	32,12	3,55	32,52	+ 1,1	+ ,40
75 m.	— 0,1	32,36	0,8	32,57	+ 0,9	+ ,21
100 m.	— 0,4	32,66	— 0,1	32,72	+ 0,3	+ ,06
200 m.	2,4	33,89	2,8	33,91	+ 0,4	+ ,02
300 m.	4,1	34,41	4,2	34,52	+ 0,1	+ ,11
400 m.	4,25	34,78	4,15	34,70	— 0,1	— ,08

La position du « voile » s'étend de 66 à 121 m. dans le premier cas et de 73 à 131 dans le deuxième, c'est-à-dire que le point moyen passe de 93 à 102 m. Il descend au lieu de monter comme pour les autres stations, c'est-à-dire que la masse dans son ensemble s'est réchauffée au point considéré. On remarque en effet que tous les dT sont positifs, à l'exception du niveau de 400 m. Les salinités nous indiquent que jusqu'à 25 m. il y a eu apport d'eau plus douce, tandis que de ce niveau à 300 m. l'eau de pente a progressé vers l'intérieur du Golfe. A 400 m., par contre, le glissement s'est effectué vers la sortie. Les salinités diminuent en même temps que la température.

Cette analyse sommaire suffit à nous montrer la coexistence au sein du Golfe de masses absolument indépendantes les unes des autres, s'échauffant ou se refroidissant d'une manière qui peut sembler paradoxale si l'on attribue *a priori* à l'eau continentale ou plus douce une température plus basse ou à l'eau de pente plus salée une température plus chaude. En réalité, toutes ces masses de nature différente ont leur comportement propre, indépendant des variations de leur voisinage, même si ces variations intéressent des couches distantes de moins de 100 m.

V. — LE PHENOMENE DES MAREES DANS LE GOLFE.

Avant d'aller plus loin, il est nécessaire d'examiner si les courants de marée ne seraient pas susceptibles de nous donner une explication des variations dont nous venons de constater l'existence. Les marées du Golfe du Saint-Laurent sont en effet remarquables.

Tout le monde sait que la mer sur la plupart de ses rivages monte et descend deux fois par jour et qu'au lieu de se reproduire au bout de 12 heures et de 24 heures, le plein n'a lieu qu'avec 50 minutes de retard d'un jour à l'autre. De plus, les marées qui correspondent aux pleines et nouvelles lunes sont plus fortes que celles qui correspondent aux quartiers. La durée d'un jour lunaire étant précisément de 24 h. 50 m., il est plausible d'attribuer à cet astre une influence sur la marée. Elle sera plus forte quand la lune sera plus rapprochée de la terre, autrement dit passera au périgée tous les 27,235 jours, ce qu'on appelle la révolution anomalistique, et cette influence sera d'autant plus grande qu'elle coïncide avec pleine ou nouvelle lune, c'est-à-dire lorsque terre, lune et soleil sont en ligne, révolution synodique 29,53 jours. Enfin le passage de la terre au périhélie, à sa plus courte distance du soleil, coïncide avec des marées plus fortes ; le passage à l'aphélie, avec des marées plus faibles. Or, il existe un commun multiple du nombre de jours sidéraux qui cadre avec ces divers facteurs :

$$27{,}325 \times 241 = 6585{,}32 ;$$
$$29{,}53 \times 223 = 6585{,}19 ;$$
$$365{,}24222 \times 18 = 6574{,}35.$$

Donc, si l'on ajoute 11 jours à 18 ans on obtient 6585,35 jours sidéraux, ou le commun multiple précédent. C'est le cycle de Saros, 18 ans et 11 jours. Si on a relevé les heures et hauteurs d'eau chaque jour pendant ce cycle, on aura constitué un annuaire des marées.

La théorie de Newton basée sur l'attraction universelle qui est maximum suivant le méridien qui se trouve sur la ligne des centres de la terre et de la lune est séduisante, mais elle n'accorde pas à la mer une enflure de plus de 2 pieds (1), et on constate que si la marée a bien 2 pieds de hauteur aux Iles de la Madeleine, il y a 4 pieds à St-Paul, 7 pieds aux Sept Iles et 19 1/2 à Québec. En outre, la hauteur du plein devrait coïncider avec le retard de l'établissement du port, à l'heure du passage de la lune au méridien. Or supposons que nous prenions comme heure de départ 0 l'heure locale de la marée à St-Paul. Nous noterons autour du Golfe les heures suivantes :

Saint-Paul, heure 0.

Port-aux-Basques	+ 0 12	Montlouis	+ 6 09
Ingornachoix	2 21	Gaspé	6 15
Blancs Sablons	2 44	Shipigan	7 15
Harrington	2 50	Miramichi	8 47
Natashquan	3 18	Cap N. Prince Edouard	8 03
Hâvre Saint-Pierre	4 33	St Peter	9 29
Mingan	5 02	Porte Est	9 50
Sept Iles	5 47	Cap Bear	11 14
Baie Ellis (Anticosti)	5 32	Ingonish (Cap Breton)	11 32
Porte Sud-Ouest (Anticosti)	5 34	Sydney	11 38

Si la lune passe à midi devant le méridien de Saint-Paul, elle est à midi 24 devant les Sept Iles et non à 6 heures du soir. Elle passe à Belle-Isle avant d'arriver à Saint-Paul et non 2 h. 30 à 3 heures après. Le phénomène semble aussi insoluble que le fameux problème d'Aristote au sujet de l'Euripe. Entre l'Eubée et Chalcis il y a un détroit resserré sur lequel on a jeté un pont. Sous les arches du pont il y a des moulins que des courants font tourner dans un sens ou dans l'autre. En temps normal il y a 14 renversements de courant par

(1) Le pied anglais vaut 0,305 m.

24 heures. Mais, si la lune est nouvelle ou dans son plein, il n'y a plus que 4 renversements par jour. L'ingéniosité humaine a beau ajouter des coups de pouce à la théorie newtonienne, elle se montre ici insuffisante pour fournir une explication.

C'est un Américain, HARRIS, qui nous apporte la solution, en reprenant la théorie de LAPLACE. Si on incline un bassin à moitié plein d'eau, le niveau monte d'un côté et baisse de l'autre, et si on le replace horizontalement l'eau tend à reprendre sa surface horizontale par une série d'oscillations qui alternativement font monter le niveau d'un côté et baisser de l'autre, tandis que dans la région centrale la ligne nodale n'a pas de changement de niveau. Si l'on prend comme période d'oscillation le temps qui s'écoule entre deux pleins et qui reste le même jusqu'au rétablissement d'équilibre, le bassin oscille en demi-période ou demi-onde, de sorte que si L est la longueur du bassin T la période, V la vitesse de propagation des molécules d'eau, on a

$$L = V\,T/2.$$

Mais la vitesse de propagation est donnée par la formule de LAGRANGE en fonction de la profondeur H et de l'accélération de la pesanteur

$$V = \sqrt{gH}$$

d'où, en rapprochant ces deux équations

$$T = \frac{2L}{\sqrt{gH}}$$

c'est-à-dire en remplaçant g par sa valeur moyenne

$$\frac{2}{\sqrt{g}} = 0{,}637$$

$$T = 0{,}637\,\frac{L}{\sqrt{H}}$$

On obtient ainsi la durée d'oscillation propre du bassin. S'il arrive qu'elle est voisine de 12 heures ou 12 heures 25, c'est-à-dire de la période astronomique d'attraction lunaire ou solaire, il se produira une résonnance et le bassin vibrera avec la demi-période d'un jour lunaire ou solaire. Les pleines mers des rives opposées seront décalées de 6 heures. Et c'est précisément ce qui se passe entre Saint-Paul et la côte Nord vers les Sept Iles. Entre ces deux points, quelque part au nord des îles de la Madeleine, il y aura une région nodale, sans marée. Mais on constate qu'il en est de même entre Belle-Isle et Miramichi, de sorte que le bassin vibre aussi en période astronomique dans cette direction, d'où nouvelle ligne nodale grossièrement normale à la précédente. A l'intersection de ces deux lignes il existera une région sans marée. C'est pourquoi aux îles de la Madeleine, dont le retard n'est que de dix minutes sur Saint-Paul, il n'y a pour ainsi dire pas de marée.

Supposons un moment la mer haute à Saint-Paul. Elle va descendre suivant la ligne de plus grande pente, vers Anticosti, mais par suite du mouvement de rotation de la terre, toute molécule en mouvement est entraînée vers la droite par la force de Coriolis. Cette molécule glisse vers Terre-Neuve et Belle-Isle, puis, au delà, le long de la côte Nord. D'où les heures de pleine mer que nous avons signalées en commençant. La cotidale (ou crête de marée) va tourner en sens inverse des aiguilles d'une montre, autour du point amphidromique central, à niveau constant. Et l'eau montera d'autant plus qu'on s'éloignera davantage du point nodal.

Reste l'estuaire. La cotidale 6 heures trouve devant elle les 60 milles de largeur qui lui sont ouverts entre Montlouis et les Sept Iles. Ici le phénomène change d'allure. Il n'y

a plus d'onde stationnaire ; profondeur et longueur ne s'y prêtent plus. L'onde de marée oscillante du Golfe se transforme, exactement comme en Manche du côté européen, en onde progressive ; elle avance dans l'estuaire et mettra 6 heures pour effectuer le parcours d'Anticosti à Québec. Et à mesure qu'on s'éloigne du point nodal l'eau monte davantage : 13 pieds à Rimouski et baie Comeau, 15 au Saguenay et à Trois-Pistoles, 17 à la Malbaie, 19 1/2 à Québec.

Le problème d'Aristote aurait trouvé sa solution dans le rapport de la longueur à la profondeur de l'Euripe. Sa période d'oscillation propre est de 100 minutes. Comme une journée fait 1.400 minutes, il doit y avoir 14 oscillations. Mais cette profondeur est telle qu'il suffit d'une variation de deux pieds devant l'entrée, les jours de grande marée, pour que la période passe à 350 minutes. Comme 350 est contenu quatre fois dans 24 heures, il n'y a plus que 4 oscillations.

Le mouvement des marées explique-t-il les variations importantes que nous avons constatées dans la nature de l'eau du Golfe ? Evidemment non. D'abord son influence est superficielle et ensuite son oscillation à courte période ramènerait automatiquement salinités et densités aux mêmes valeurs. Il nous faut autre chose, en particulier pour expliquer l'existence du « voile », c'est-à-dire d'eaux de salinité inférieure à 33 et de température inférieure à + 1° C.

VI. — ORIGINE DU « VOILE ».

Comparons, au mois d'août, les températures et salinités observées dans le détroit de Cabot et dans le bassin du Nord-Est. Notons les profondeurs supérieure et inférieure du « voile » à chaque station, et pour chacune la température minima, sa salinité, sa densité et sa profondeur (fig. 2).

	Stations	45	46	47	48		38	39	41	42	43	44
Cabot	Niv. sup.	120	73	95	45	Bassin N.-E.	35	37	45	45	45	45
	Niv. inf.	275	131	162	112		170	200	170	90	175	157
	T° min.	+ 0,2	- 0,1	0	+ 0,2		— 1,1	— 1,1	— 1,1	- - 1,0	— 0,8	— 0,7
	Salinité	3275	3272	3290	3288		3273	3268	3246	3268	3259	3252
	Densité	2631	2629	2641	2641		2634	2630	2612	2631	2622	2616
	Profondeur	150	100	125	100		75	75	75	75	75	75

A l'exception de la station 46, les températures minima du « voile » dans le détroit de Cabot sont positives. Le minimum se place à plus de 100 m. ou au moins à ce niveau. La moyenne des salinités est 32,81. Au contraire, dans les stations du bassin Nord-Est, les températures minima sont toutes négatives et se placent à un niveau plus élevé (75 m.). La moyenne des salinités est 32,61. Malgré leur température sensiblement plus élevée, la densité des échantillons du détroit est telle qu'il est impossible que ces eaux puissent s'élever à 75 m. sans s'échauffer encore, c'est-à-dire sans s'écarter encore davantage du caractère des échantillons prélevés dans le bassin du Nord-Est.

On emploie souvent, pour cataloguer des eaux de nature différente, ce qu'on appelle les graphiques T S, obtenus en portant pour chaque température et pour chaque salinité la position de chaque échantillon sur le graphique. On renferme ensuite toutes les observa-

tions entre des limites constituées par des lignes brisées ou des courbes qui constitueront la caractéristique d'une eau déterminée. Tant qu'il ne s'agit que de distinguer des masses aussi différentes que les eaux tropicales et les eaux polaires, la nature fortement marquée de ces masses fournira une discrimination suffisamment nette, mais si l'on veut analyser deux eaux continentales par exemple, il faudra serrer les limites, comme nous le faisons dans le graphique (fig. 7). Si nous formons pour les eaux de Cabot la figure T S dans laquelle

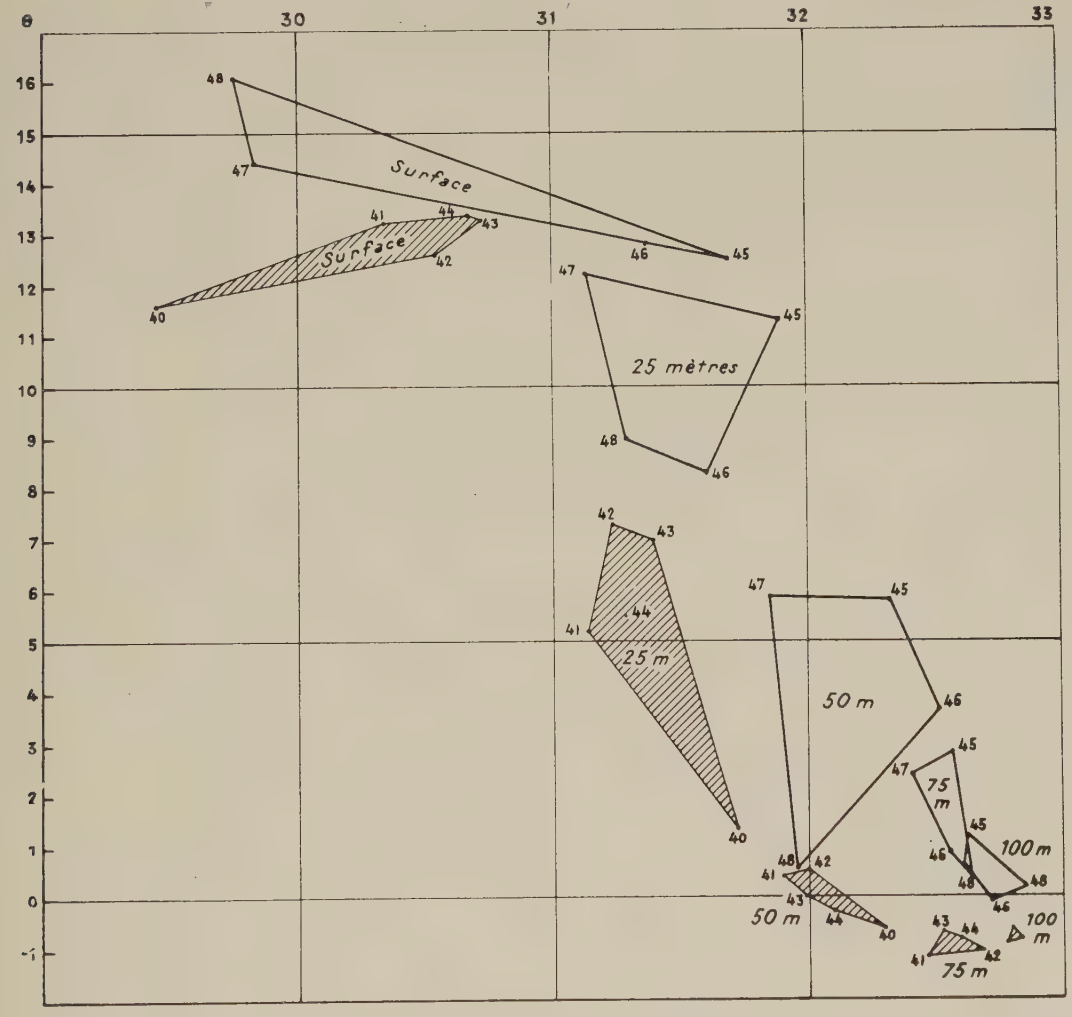


FIG. 7. — *Graphique T.S. Salinités.*

s'inscrivent les valeurs salinités et températures à différents niveaux, surface 25 m., 50 m., 100 m., on constate que les valeurs de la deuxième série tombent toujours en dehors des premières figures. De plus, en surface, les stations 45 et 46 prises dans l'afflux entrant par Cabot et montant le long de Terre-Neuve sont caractérisées par des températures voisines et des salinités fortement différentes, tandis que les stations 47 et 48 qui appartiennent au flux de l'Ouest ont au contraire des salinités très voisines et des températures nettement différentes. Le groupe 40 à 44 occupe une position différente sur le graphique et ne participe à aucun des caractères indiqués. Le graphique T S ne fait donc que corroborer ce que

l'examen des prises d'eau nous avait enseigné. Ces masses présentent des divergences nettement prononcées. Nous n'examinerons pas ce qui se passe au-dessous de 100 m., car il n'y a aucun doute qu'à cette profondeur le détroit de Cabot est la seule porte de circulation possible, le détroit de Belle-Isle n'ayant que 85 m. de profondeur dans sa partie la plus resserrée.

VII. — LA CIRCULATION DANS LE GOLFE.

L'analyse précédente nous montre qu'il existe dans le Golfe des eaux continentales ou polaires qui ne peuvent provenir de Cabot. Nous manquons malheureusement de données précises au sujet de la circulation des eaux dans le Golfe du Saint-Laurent. L'expédition de reconnaissance faite par HJORT et Einar LEA en 1914-1915, les recherches de HUNTSMAN en 1924 nous ont appris que le courant polaire venant de Cabot contourne le Cap Ray et suit la côte de Terre-Neuve. En été, l'avance des eaux riches en plancton, de température

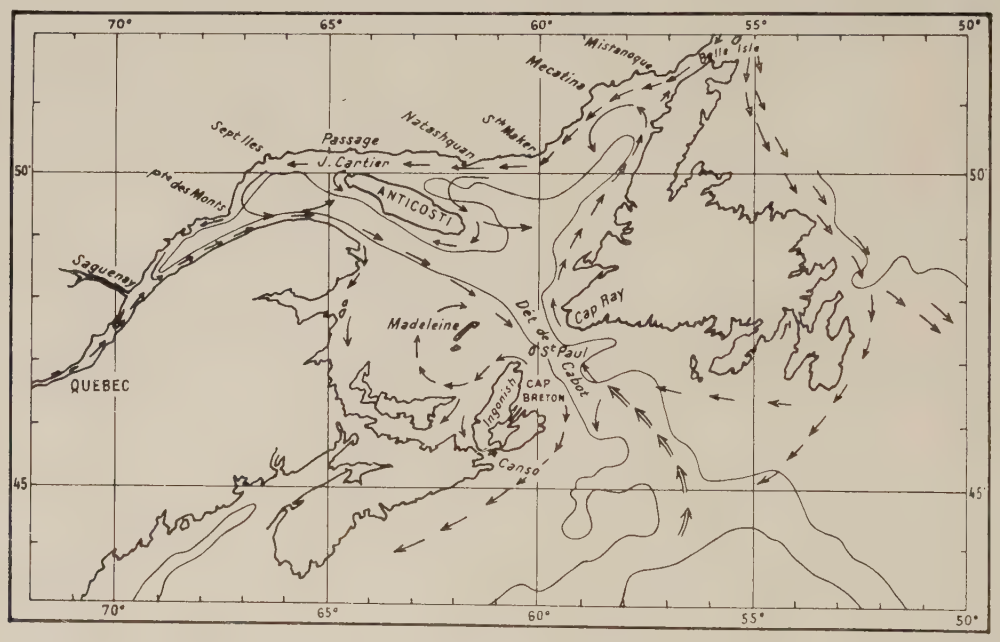


FIG. 8. — *Circulation dans le golfe.*

4° C, amène la morue tout le long de cette côte du Sud au Nord et quand cette vague de réchauffement a cessé de se propager, la morue se raréfie et disparaît presque. Que devient alors le courant ? Et quel est le brassage interne ? Par analogie à ce qui se passe dans le vestibule entre Sept Iles, Montlouis et Anticosti, nous pouvons imaginer un vaste mouvement tourbillonnaire sinistrogyre, analogue au mouvement de rotation des marées. Il en est de même sur le plateau des Madeleine, qui occupe toute la partie sud-ouest du Golfe. Ici, ce sont les tombolos, ces alignements de sables, accrochés et fixés au passage par les îlots émergeant au sommet du plateau et constituant l'archipel, qui nous révèlent la situation. On regrette l'absence d'observations renouvelées à différentes époques et permettant de suivre du printemps à l'automne, pendant l'époque où la mer est libre, le conflit interne des masses.

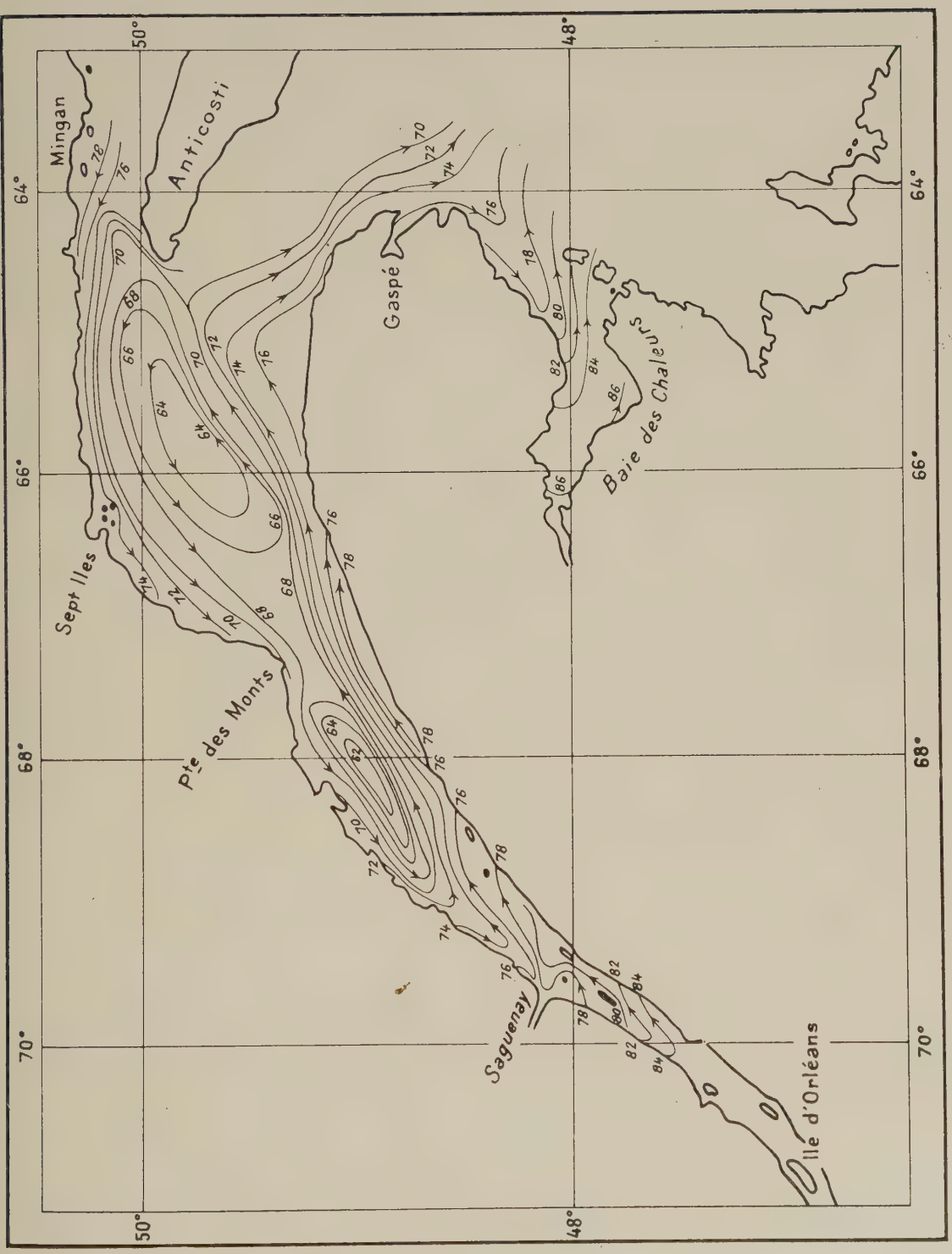


FIG. 9. — *Circulation à 25 m, 1941. Nivellement max.* 267,86 ; *min.* 267,62.

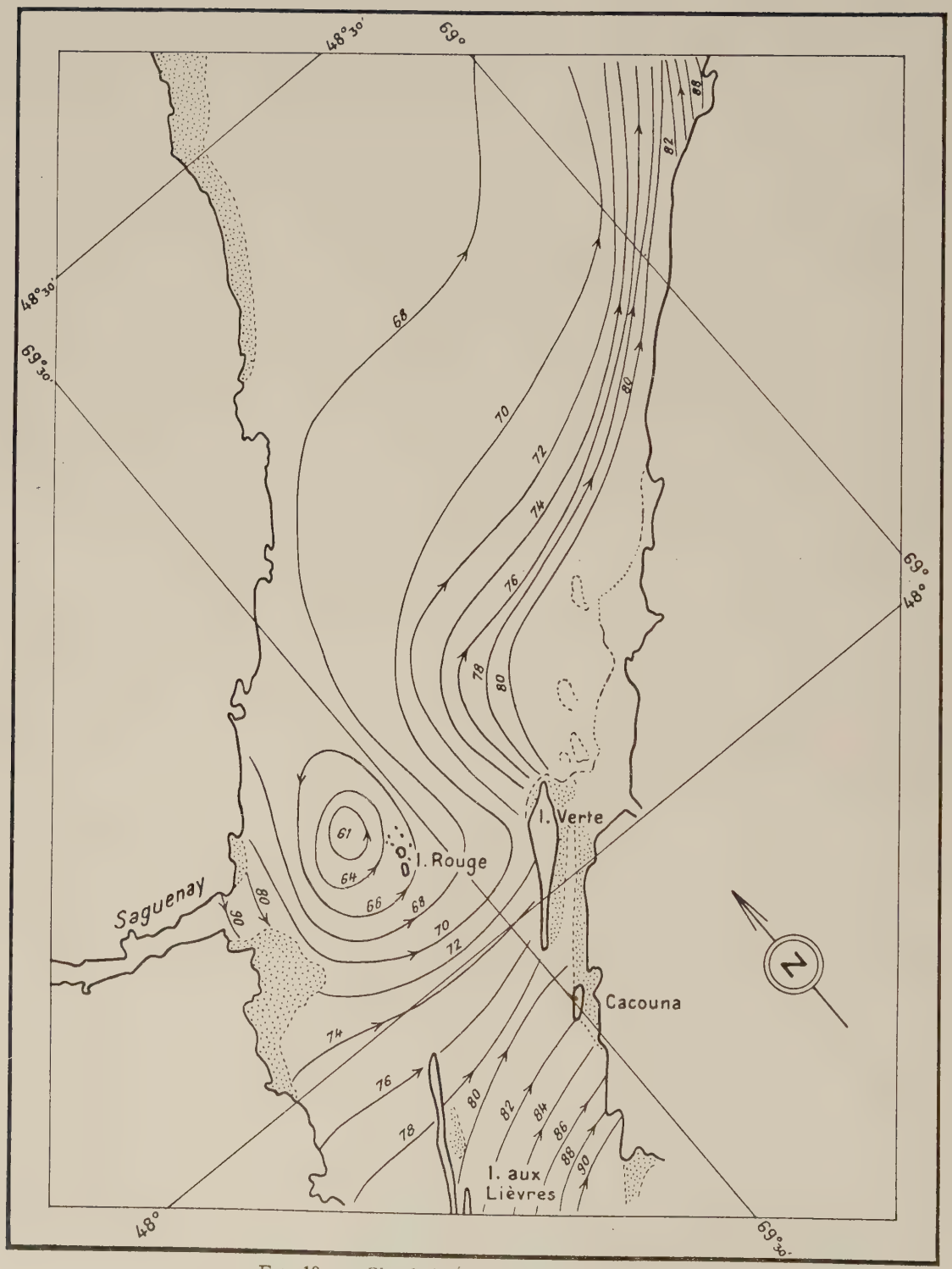


FIG. 10. — *Circulation de surface, juillet* 1949.
Nivellement min. 292,61 ; *max.* 292,90.

qui est un mouvement de longue durée, bien différent et d'une toute autre amplitude que le mouvement local des courants de marée (fig. 8).

Nous sommes beaucoup mieux renseignés sur les mouvements d'eau dans l'estuaire, entre Anticosti et Québec, grâce aux recherches que nous avons pu faire personnellement, à différentes époques, avec la petite annexe de l'Ecole des Pêcheries de Sainte-Anne de la Pocatière, ou, quand cette même aide fit défaut, avec une barque de pêche aménagée pour quatre occupants.

Les cartes de circulation que nous donnons ici sont le résultat d'investigations poursuivies pendant dix années, de 1939 à 1949, cette dernière année ayant surtout servi à l'établissement de la traverse de Saint-Roche à Québec, qui avait manqué antérieurement. Les hauteurs dynamiques indiquées sont exprimées en décibars et millibars. Au lieu de 210 par exemple, il faut lire 292,10 décibars. La situation en surface et à 25 m. nous montre que dans le passage Jacques Cartier, entre Anticosti et la côte Nord, les isodynamiques se dirigent toutes vers l'amont. L'eau polaire venue de Belle-Isle, qui a suivi la côte Nord depuis le détroit, occupe tout le passage et suit ensuite la côte sur une largeur d'au moins 20 milles et la profondeur dépasse 50 m. (fig. 9).

Cette masse froide progresse jusqu'à la Pointe des Monts pour effectuer un vaste mouvement tourbillonnaire sinistrogyre, sensible jusqu'à 50 m. Au delà de la Pointe des Monts s'amorce un nouveau tourbillon qui devient sensible en amont de la presqu'île de Manicouagan. Le passage des molécules d'eau d'une rive à l'autre se fait particulièrement sentir au barrage du Saguenay (situation de 1947). Le mouvement en ces parages est tourbillonnaire (1949) (fig. 10).

Et ce n'est pas tout. Une quantité d'eau encore notable s'insinue par le chenal nord de l'Ile Rouge et continue sa route le long de la côte Nord, mais traverse le fleuve entre la Malbaie et le Cap-aux-Oies en abaissant fortement la température de l'eau sur la côte Sud, entre Rivière-Ouelle et Rivière-du-Loup.

Au delà du Cap-aux-Oies, à partir de l'île aux Coudres, l'eau polaire disparaît en surface, mais sous une certaine pellicule d'eau douce on la retrouve dans le chenal nord, jusqu'au Cap Tourmente, à l'entrée du bras nord de l'île d'Orléans, et elle trouve la possibilité d'abaisser la température très élevée du fleuve.

VIII. — L'INFLUENCE DU GOLFE DU SAINT-LAURENT SUR LE CLIMAT.

Le climat de la province de Québec passe au Canada pour continental. C'est un usage abusif d'un qualificatif dont l'interprétation subjective peut conduire à de profondes erreurs.

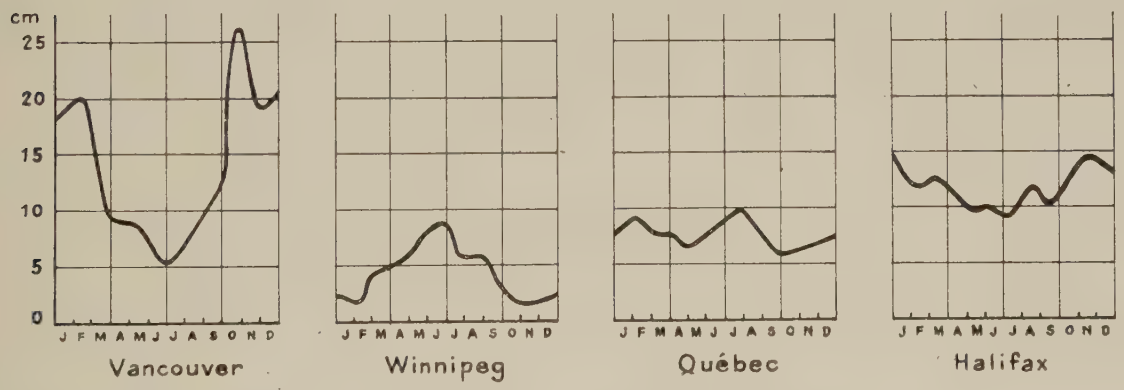
Faisons abstraction des nuances sur lesquelles s'ingénieront les classificateurs ; il est normal d'appeler continental un climat dans lequel dominent les influences terrestres, et maritime un climat soumis au contraire à l'influence des océans. Deux choses surtout caractérisent un climat : température et humidité. Un climat continental connaît des températures excessives, autrement dit l'amplitude des variations saisonnières sous le rapport des températures est forte ; elle est au contraire plus faible dans les climats maritimes, tout simplement parce que les océans y jouent le rôle de régulateur. Un climat continental est sec ou tout au moins les précipitations pluvieuses y sont inférieures à la moyenne du parallèle correspondant et inégalement réparties au cours de l'année. Au contraire, la précipitation est supérieure à la moyenne dans le climat maritime, et les chutes, quand elles sont plus faibles, sont plus également réparties au cours des saisons.

Voyons, à la lumière de cette définition, comment sont réparties les amplitudes de températures dans la zone comprise entre 40° et 60° de latitude Nord dans le continent amé-

FIG. 11. — *Isoamplitudes thermiques, moyennes annuelles.*

ricain. Les plus faibles sont à l'Ouest, influence régulatrice du Pacifique. L'amplitude de 20° C parallèle à la côte suit les Rocheuses et passe rapidement à 25°. La latitude ne joue qu'au Nord de 50°, pour incliner les isoamplitudes vers le N.W. Les plus fortes sont au centre du continent. L'isoamplitude de 30° descend jusqu'à 40° N. de latitude, celle de 40° arrive à 52° N. Ici, ce sont les latitudes et l'influence continentale qui jouent. Au passage de la région des Grands Lacs, on voit la ligne de 30° C remonter de 6 à 7° de latitude vers le Nord, par suite de l'influence considérable de la masse totale des Grands Lacs, qui agit comme régulatrice des températures. Après une redescente vers le Sud, qui marque à nouveau l'influence continentale, les isoamplitudes remontent fortement vers le Nord. Il convient de remarquer l'inclinaison des lignes de 22° à 34° C, et surtout 26° à 32° dont les sommets sont tous calés suivant l'axe du Saint-Laurent et soulignent le rôle capital que joue le fleuve dans la distribution des températures de la province de Québec, en prolongeant vers l'intérieur l'influence maritime du Golfe (fig. 11).

Les graphiques de précipitations, qui présentent la distribution (fig. 12) des pluies ou de la neige mensuellement, sont également révélateurs. Bornons-nous à Vancouver pour la côte du Pacifique, Winnipeg pour la région centrale, Québec et Halifax pour la région qui nous occupe. On relève trois modes très différents de précipitations. A l'Ouest, fortes chutes d'hiver, quand les nuées relativement fraîches et lourdes n'arrivent pas toujours à franchir les Rocheuses ; au centre, chutes beaucoup plus faibles, prélevées sur les masses humides qui, après avoir franchi la barrière de montagnes, alourdies par leur baisse de température, suivent le mouvement de descente du *chinook*, se réchauffent au contact du sol brûlant,



Climat maritime de l'ouest. *Climat continental.* *Climat maritime de l'est.*

FIG. 12. — *Précipitations des pluies. Chutes mensuelles en cm.*

s'allègent, remontent, se condensent dans les hautes couches de l'atmosphère et se précipitent au cours de l'été ; à l'Est enfin, nouvelle influence maritime, mais de l'Atlantique cette fois, chutes abondantes et presque également réparties au cours de l'année.

Cette distribution des températures et des précipitations se reproduisant exactement de la même façon dans la zone de 40° à 60° de latitude Nord au-dessus de l'ancien continent, nous sommes en droit de distinguer trois climats nettement distincts : maritime de l'Ouest, continental, maritime de l'Est.

L'influence de l'eau sur l'atmosphère est liée aux différences de capacité calorifique des deux fluides. La quantité de chaleur cédée par un mètre cube d'eau de mer qui se refroidit de 1 degré peut élever de 1 degré 3.118 m^3 d'air. En outre, la congélation de l'eau douce

dégage 80 calories, celle de l'eau salée 35,56 millièmes, de sorte que la congélation de l'estuaire et du golfe élèvera d'un degré plus de 180.000 m^3 d'air pour chaque m^3 de glace produit. La fusion produira le phénomène inverse et la quantité de chaleur nécessaire sera prise à l'air ambiant.

Les données que nous possédons à l'heure actuelle sur les températures du golfe et de l'estuaire, leurs variations au cours des saisons et d'une année à l'autre ne nous permettent pas d'établir ce que l'on pourrait appeler le « budget de chaleur » de cette région maritime. Mais le simple calcul de la superficie intéressée montre que cette surface est de 61.940 milles carrés. La surface d'un mille carré est de $1.852 \times 1.852 = 3.429.904$ m^2.

Si l'on borne le calcul du potentiel calorifique à la tranche d'un mètre d'épaisseur, le nombre précédent représente autant de m^3, dont chacun fournit ou absorbe par degré la différence de température : 1.000 K. cal. La capacité calorifique de la tranche d'un mètre d'épaisseur et de 1 mille carré de surface sera donc approximativement $3,4 \times 10^9$ K. cal et le potentiel calorifique du Golfe pour chaque degré d'élévation de température sera :

$$61.940 \times 3,4 \cdot 10^9 = 210.596 \text{ milliards K. cal.}$$

Comme chaque m^3 d'eau peut donner un degré à 3.118 m^3 d'air, si l'on se borne à considérer la tranche d'air de 1.000 m. d'épaisseur au-dessus du Golfe, qui dépasse les plus hauts sommets des Laurentides, c'est trois fois sa surface qu'il est susceptible d'influencer par le réchauffement d'un degré envisagé. Naturellement cette surface déjà importante est susceptible, au moment de la congélation ou de la fusion, d'être multipliée par 56 ou 80 suivant le degré de salinité de l'eau. Et à toute époque la distribution des températures de surface nous renseigne sur l'échauffement que l'on serait en droit d'attendre partout, s'il n'y avait pas d'apports labradoriens dans cette masse. En août 1949 par exemple, nous avons constaté que jusqu'à la traverse de Saint-Roch les températures de surface s'élevaient à 22° C. A la même époque, au centre de l'estuaire entre Anticosti, les Sept Iles et Montlouis, elles atteignent 18° C. En baie des Chaleurs, elles dépassent 20° C. C'est la même température, de 20 à 22° C, que l'on trouve dans les petits lacs du voisinage, à la Malbaie ou à Saint-Pacôme. Il est donc tout à fait anormal de trouver à la même époque 11° sur la côte Nord et à peine 12° sur la côte Sud, que le voisinage de la terre devrait réchauffer davantage. Il est encore plus extraordinaire de ne compter que 6° C au barrage du Saguenay, entre l'île Rouge et l'île Verte. Il y a là une diminution de 10° C au moins, que l'eau polaire fait subir au réchauffement solaire normal et il est bien évident que si cette source pouvait être tarie, la température générale se stabiliserait en été au voisinage de ce que l'on remarque dans les parages qui sont moins influencés par l'eau labradorienne (fig. 13).

Ce qu'il importe de voir également, c'est que la température de l'eau du Golfe joue le rôle d'un frigorifère en été, mais qu'en hiver les échanges se font dans l'autre sens. Quand l'air descend à — 20° ou — 25° C, c'est la surface non gelée de la mer, fût-elle voisine de 0° C, qui lui passe des calories, et c'est pourquoi nous avons pu voir l'effet régulateur qu'elle produit se manifester par l'aspect sensationnel des courbes d'isoamplitudes, dont l'axe des sommets coïncide avec la faille laurentienne. Mais il est évident que si, au début du refroidissement automnal, la température de la surface du Golfe présentait une élévation de 10° C sur sa moyenne actuelle, la quantité de chaleur libérée par son refroidissement serait simplement 10 fois plus forte. Il en résulterait sur le climat de la région environnante et fort loin, par suite des vents régnant, une prolongation de l'automne fort avantageuse pour la possibilité d'entreprendre des « cultures dérobées » dans les endroits favorables, une diminution encore plus marquée des excès du froid, une réduction importante de la masse d'eau congelée et par suite une avance intéressante du printemps, dont les premières chaleurs ne seraient pas perdues en efforts de fusion de la glace.

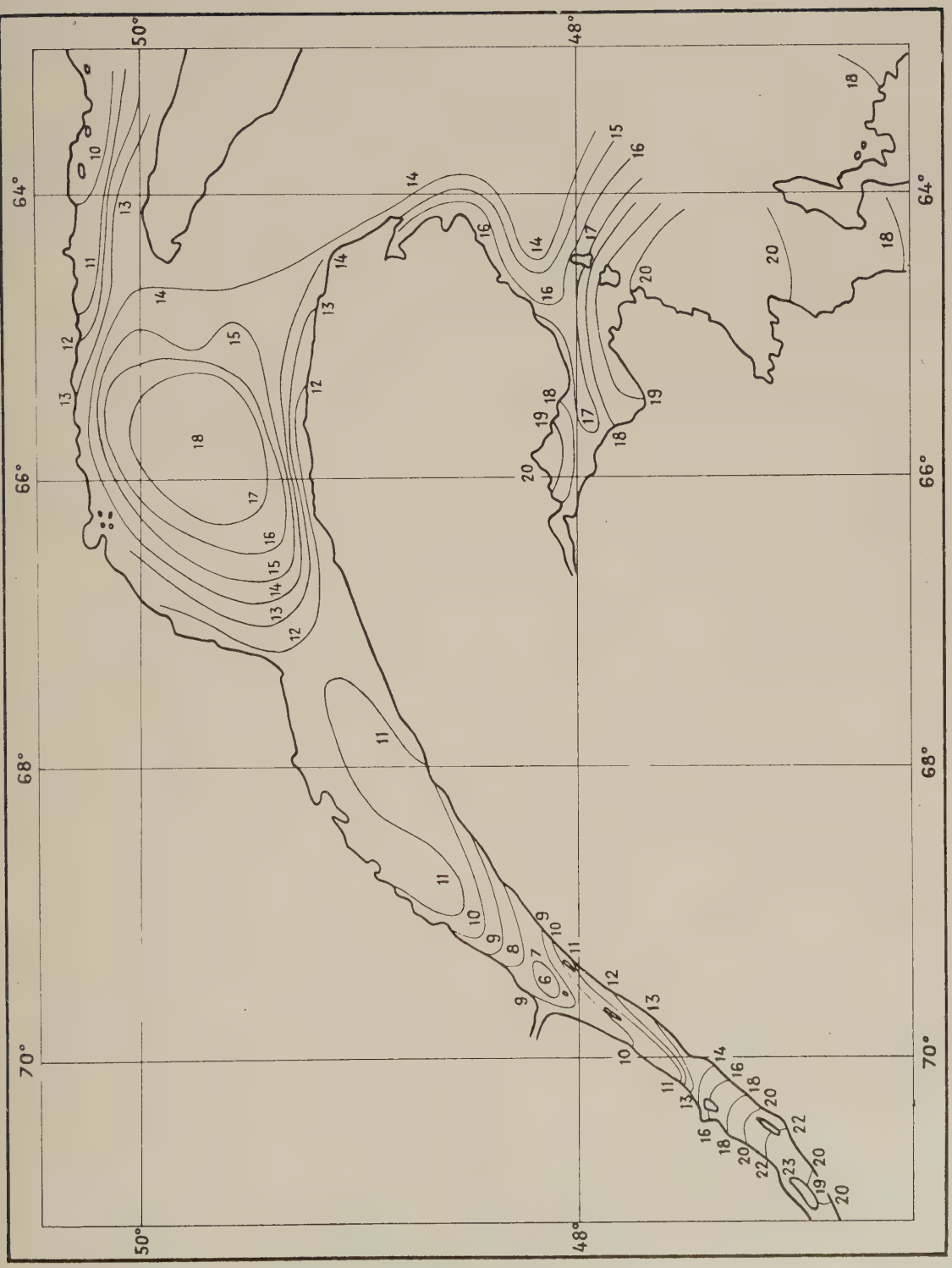


FIG. 13. — *Températures en surface. Août* 1941-1949.

Il est tout à fait remarquable de constater que l'eau est libre et la navigation possible pendant l'hiver sur la côte nord du Saint-Laurent, sauf par endroits, au voisinage des côtes. La mer s'y refroidit, mais pas assez pour geler. Les glaçons que l'on rencontre sur le fleuve et qui produisent vers février une embâcle au détroit de Cabot sont des glaçons d'eau douce charriés par le courant de sortie ou des glaçons d'eau de mer, de la banquise formée sur place. L'eau polaire de Belle-Isle charrie des icebergs de petite taille qui viennent s'échouer sur le talus d'Anticosti ou s'agglomérer au *pack* central. Entre eux, l'eau n'est pas gelée. Mais elle est très froide et voisine du point de congélation, qui avoisine — 2°. Si elle n'y parvient pas tout à fait c'est par suite de l'influence des couches inférieures, qui ne perdent que lentement leur température et viennent remplacer en surface les eaux alourdies, qui coulent lorsque leur densité est plus forte que celle des eaux qu'elles surmontent.

Ce phénomène se produit tous les ans. Mais de même qu'il y a des années chaudes et des années froides, la mer connaît des variations rythmiques très accusées. On sait que la période séculaire des taches solaires est de 111 ans. Elle comporte 3 harmoniques de 37 ans, au cours desquelles les mêmes phénomènes réapparaissent avec plus ou moins de variations de détail. Cette période de 37 ans possède elle-même deux harmoniques de 18 ans 1/2 avoisinant le cycle de Saros qui est celui des marées. Nous avons vu le rôle capital qu'il joue dans les phénomènes de résonance et tandis que l'on utilise généralement le rythme décennal de 11 ans des taches solaires pour sa répercussion sur les températures atmosphériques et les fluctuations de pluviosité, c'est autour de 9 ans que se cale le cycle des variations marines (fig. 14).

Il existe un grand maximum séculaire en 1884-85, une harmonique importante en 1921-22, une en 1941, et 1949-50, est un maximum secondaire. 1947, au contraire, est une année froide. Or, il se trouve que précisément en 1941 et 1947, en juillet et août, l'annexe de l'Ecole des Pêcheries de Sainte-Anne de la Pocatière a pu faire dans l'estuaire des relevés, qui devraient être suivis chaque année, étant donné les enseignements que l'on pourrait en tirer à bien des points de vue.

En 1941, le courant de l'estuaire, dans toute la vallée jusqu'au fond, s'écoulait de l'amont vers l'aval, ce qui semble normal. En 1947 il en était de même jusqu'à 100 m. Puis le courant changeait de sens et de 100 m. au fond, et surtout à partir de 200 m., il remontait la pente du thalweg, toujours accompagné de ces mouvements tourbillonnaires qui sont la règle. La carte du Service hydrographique est suffisante pour avoir une bonne appréciation des volumes de chaque tranche. La tranche de 100 m. au fond, comprise entre le Saguenay et la traverse de Gaspé à Anticosti, pour laquelle nous avons des observations, représente un volume de 4.490 milliards de m^3. On peut la décomposer en trois tranches. De 300 m. au fond, l'augmentation de température de 1941 à 1947 était de 0°65 ; celle de 300 à 200 m. était en hausse de 0°50 et celle de 200 à 100 de 0°26. Ayant les volumes par tranche, il devenait facile de mesurer l'excès de potentiel calorifique d'une année sur l'autre. La hausse de 1947 sur 1941 était de l'ordre de 1.700.000 milliards de calories.

Encore une fois, il ne s'agit pas de présenter ici un embryon de budget de chaleur du Golfe, mais simplement d'attirer l'attention sur une question d'importance primordiale dans toute étude climatique de la province. S'ils avaient connu cet apport considérable de chaleur véhiculée par l'estuaire, les riverains de Matane auraient été moins surpris de voir leur port déclavé dès le début de février 1948, ce qui ne s'était pas produit, disait-on à l'époque, depuis 45 ans. La glace a été effectivement fort peu encombrante cette année-là. Serait-il possible de remonter dans le passé et de retrouver des constatations analogues et à quelles dates ? Existe-t-il un rythme, comme pour les migrations des oiseaux, la feuillaison ou l'efflorescence, la date d'apparition et l'abondance de la sève d'érable à sucre ? Autant de questions qui méritent autre chose qu'un levé rapide obtenu avec des moyens de fortune.

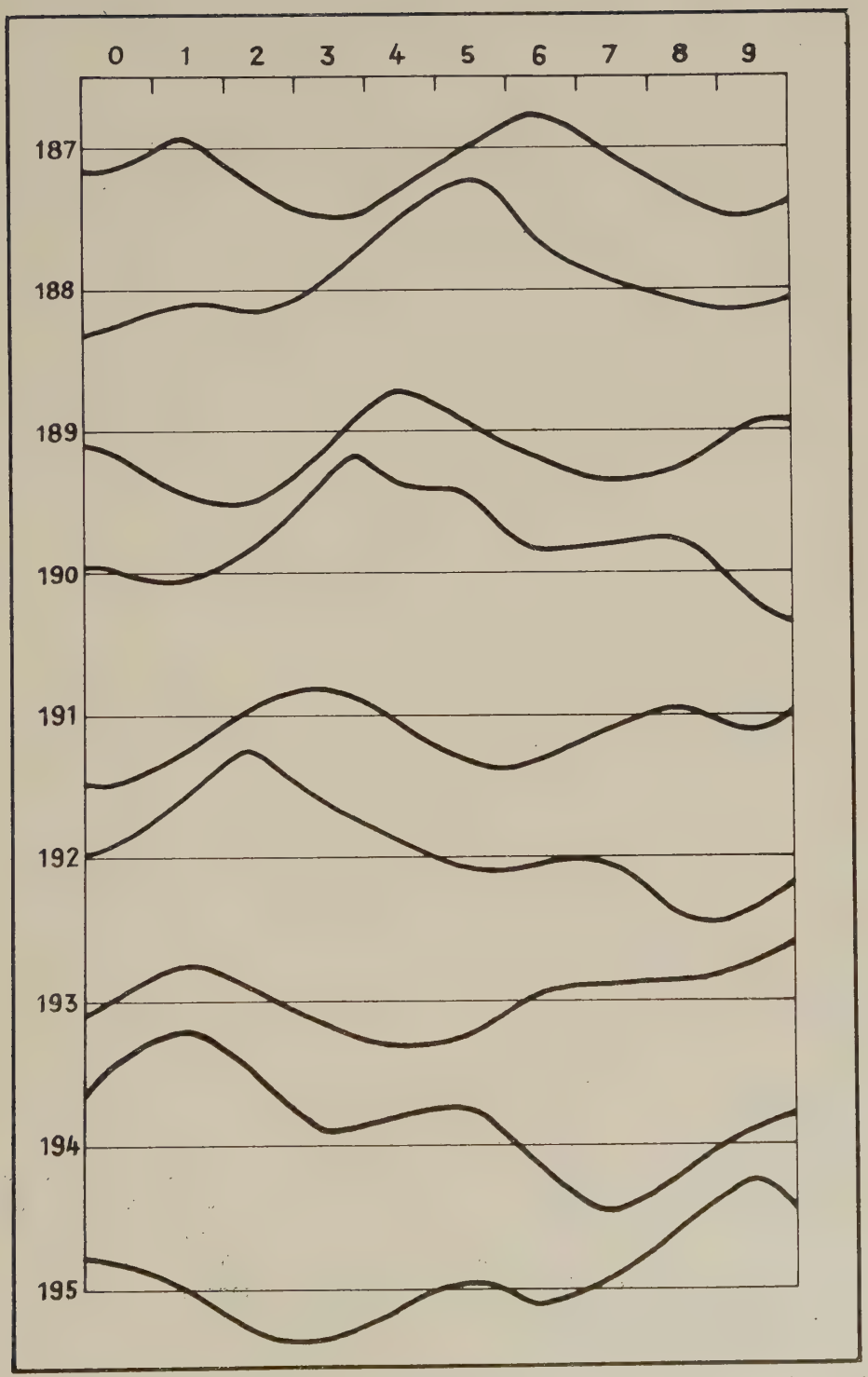


FIG. 14. — *Courbe de réchauffement. Cette courbe indique pour chaque année de* 1870 *à* 1959 *la valeur relative de l'échauffement annuel par rapport à la moyenne figurée par la ligne horizontale correspondante.*

Si l'alternance des refroidissements et réchauffements des eaux du Golfe est un jour examinée avec soin, on ne manquera pas de constater le paradoxe apparent que j'ai maintes fois signalé, en particulier dans les eaux de Terre-Neuve, dès 1927.

Les années froides sont des années de flux polaire abondant. La température minima de la couche est à sa partie inférieure, par suite de sa densité plus forte. Cette couche d'eau polaire peu salée flotte sur les eaux atlantiques comme une nappe d'huile sur de l'eau et sans se mêler davantage. Si la couche est épaisse, ce minimum froid ne peut passer par Belle-Isle qui ne lui présente une ouverture que jusqu'à 85 m. de profondeur et il est rejeté au large de Terre-Neuve. Ce qui pénètre dans le Golfe est la tranche comprise entre la surface et 50 à 75 m., tranche légèrement réchauffée, surtout au cours de l'été et par suite moins réfrigérante pour l'atmosphère. *L'eau du Golfe est donc plus chaude en années froides.* C'est précisément le cas de 1947. Tout au contraire, si l'année est chaude, le flux polaire est pauvre ; sa température minima, au bas de la couche, est plus voisine de la surface tout en gardant sa température de — 1°5 environ, entretenue, ne l'oublions pas, toute l'année : durant ce temps, cette eau glacée vers 50 m. de profondeur entre sans difficulté à Belle-Isle et en dehors du trouble qu'elle apporte à la pêche en faisant fuir le poisson du fond, elle influe sérieusement sur la température et se fait sentir, par conductibilité, du fond à la surface et de là à l'atmosphère.

Ce paradoxe apparent est la clef de la distribution hydrologique du Golfe. Et quand on parle de températures non seulement dans le Golfe du Saint-Laurent, mais dans la province de Québec, c'est un point à ne jamais perdre de vue.

IX. — LE ROLE DU DETROIT DE BELLE-ISLE.

Depuis plus d'un siècle que s'est posé avec ANDERSON pour le Service hydrographique canadien le problème de la circulation des eaux dans le Golfe et l'estuaire de Saint-Laurent, on ne peut pas dire que la question ait beaucoup progressé. Les observations sont de peu de durée, se cantonnent généralement à la surface et sont fortement influencées par l'importance des courants de marée, qui sont pourtant très superficiels car les marées ne dépassent pas 5 pieds (1,5 m.). Ce qu'indiquent les Instructions nautiques se réfère naturellement aux courants de surface, qui intéressent les navigateurs et ne fait que confirmer les premières constatations du capitaine VAUGHAN, qui séjourna un an (de 1860 à 1861) sur Belle-Isle et nota jour par jour avec la température et la pression barométrique et le vent en force et direction, la course des icebergs, qui étant plongés profondément dans l'eau accusent mieux les courants de profondeur. Ce n'est que tout à fait par exception que le courant dans la partie nord du détroit n'est pas dirigé vers l'Ouest, c'est-à-dire vers le Golfe. Sa vitesse moyenne est de 2 nœuds et peut atteindre 3,5 aux grandes marées pendant le flot, ou lorsque le vent souffle de l'Est avec force. Il en résulte que c'est par le Nord que l'on voit entrer les icebergs, qui peuvent être très nombreux puisqu'en 1858 le capitaine VAUGHAN en signale 496 en vue le 30 mai. Ce chiffre est très variable ; en 1857 il n'y en avait que 36 en vue au maximum de la saison. Remarquons en passant que 1856-57 est une année chaude du rythme. VAUGHAN fait encore remarquer que l'hiver les icebergs ont complètement disparu. Or il en sort fort peu et seulement par le Sud, le long de la côte de Terre-Neuve qui est remarquablement balayée par un courant sortant aux heures de jusant et d'une température plus élevée que celui qui entre par la côte nord.

On peut dire que c'est à peu près tout ce que l'on possède de plus précis sur la question. Aucune étude n'a encore été faite sur les densités des eaux profondes dans le détroit, permettant d'établir le réseau des isodynamiques et d'apprécier l'intensité des courants et leur direction à tous les étages.

Il en résulte que ce que nous lisons des commentaires assez nombreux des curieux qui se sont penchés sur ce problème, n'a qu'une valeur subjective et révèle parfois d'assez fortes illusions.

C'est ainsi qu'un monsieur HAMOND, vers 1896, imagine qu'un barrage soit installé dans le détroit et suggère qu'il faciliterait l'entrée du Golfe du Saint-Laurent au Gulf-Stream, comme si ce barrage devait supprimer la force de Coriolis due à la rotation de la terre et permettre aux eaux atlantiques venant du Sud de traverser les bancs de Terre-Neuve en renvoyant probablement les eaux labradoriennes à l'Est. En 1921, dans un bulletin de la Société de géographie de Québec, il est fait mention des rapports de 1895 et 1907 de la Commission d'exploration hydrographique sous le titre : « Les courants du détroit de Belle-Isle ». A la même époque, 1920-1922, paraissent les études de DAWSON, du département du Service Naval d'Ottawa, intitulés : « Courants dans le Golfe du Saint-Laurent. Marées et courants de marée. Températures et densités des eaux de l'Est canadien ». L'auteur de l'article de la Société de géographie est convaincu que la question est épuisée, que le courant est uniquement une affaire de marée, qu'il n'y a pas d'infiltrations glacées dans le Golfe par Belle-Isle, et il conclut :

« Il est de fait qu'au printemps, à bonne heure, des glaces erratiques venant des régions du Nord peuvent s'introduire dans le détroit au retour du courant vers l'intérieur, mais le courant de sortie emporte toutes les glaces du détroit et le fait libre.

« Ce qui a pu contribuer à ancrer davantage une erreur dans les esprits, c'est qu'au montant le courant du détroit est parfaitement visible par suite du mouvement des glaces, tandis que celui de retour vers l'Atlantique n'offre rien de semblable. »

Il y a une certaine contradiction entre les deux paragraphes. Si le courant de sortie emporte les glaces du détroit et le fait libre, comment se fait-il que ce courant de retour n'offre pas de mouvements d'icebergs comparables à celui de l'entrée ?

Dans ce dilemme, nous en reviendrons aux observations prolongées du capitaine VAUGHAN que nous avons citées et au rapport du capitaine BAYFIELD : « Sailing direction for the Gulf and River St Lawrence » de 1838, cité en 1877 par l'Hon. P. FORTIN dans *Minerve :*

« La réalité d'un courant allant en dedans, à travers le détroit de Belle-Isle, est confirmée par la présence des banquises qu'il transporte tous les ans dans le Saint-Laurent, *malgré les vents régnant du Sud-Ouest,* les charriant parfois jusqu'à Mécatina, c'est-à-dire à 150 milles de l'embouchure du détroit et à 90 milles de sa partie la plus étroite à la Pointe Amour, et quelquefois jusque dans le voisinage de la *pointe Est de l'île d'Anticosti.* Il est probable que c'est une branche du qrand courant venant de Davis, qui, on le sait, coule le long de la côte du Labrador et transporte tous les ans de nombreuses banquises vers le Sud. Après être entré dans le Golfe, il court le long de la côte Nord ou du Labrador, à la distance de deux à trois milles des îles du large, laissant ainsi une zone étroite près de la côte, dans laquelle les courants de marée, lorsqu'ils ne subissent pas l'influence du vent, sont assez réguliers. Passant au large de Mistanoque, des îles du Gros Mécatina et de la basse Southmaker, il poursuit sa course dans une direction que lui donne la configuration de la côte, jusqu'à ce qu'il soit tourné tout à fait vers le Sud, à l'aide du courant léger venant de l'Ouest, que l'on trouve souvent entre Anticosti et la côte Nord, durant les vents d'Ouest, et que la pointe de Natashquan force à dévier de sa route. Les deux courants une fois réunis, continuent leur course vers le Sud, à un degré de vitesse qui diminue à mesure qu'il s'étend de plus en plus, mais cette vitesse n'excède jamais un demi-nœud à l'heure et ils se joignent finalement à l'est d'Anticosti au courant principal, qui descend du fleuve Saint-Laurent entre Cap Ray et Saint-Paul. »

Tout ceci est bien observé et confirme ce que nous savons, pratiquement, par l'observation des icebergs échoués le long de la côte jusqu'à Anticosti. La seule erreur est que, manquant d'observations de profondeur, BAYFIELD n'a pu voir que le courant du passage Jacques-Cartier, entre Anticosti et la côte Nord, qui peut quelquefois à la faveur du vent et de la marée se diriger vers l'Est *en surface*, est en réalité, avant 25 m., dirigé vers l'Ouest, comme le montrent nos graphiques. En outre, le courant d'entrée par Belle-Isle, qui n'entre pas dans le passage Cartier, parce qu'au moment de sa rencontre avec les hauts fonds il est dévié vers la gauche, commence alors un grand mouvement tourbillonnaire sinistrogyre qui le ramènera vers Belle-Isle, concurremment avec le flux d'entrée par Cabot, côté oriental, et sa progression avec la vague de réchauffement le long de la côte de Terre-Neuve.

Malgré l'opinion officielle actuelle, il n'est donc pas étonnant que les esprits soient partagés devant le problème de Belle-Isle. Et la discussion n'étant toujours pas épuisée, un nouvel élément vient d'être apporté aux débats en 1953 par des rumeurs provenant de la Manche de Tartarie.

On sait que l'Archipel du Japon est séparé de la Sibérie par la Mer du Japon, qui s'étend de 33° à 45° de latitude Nord et est prolongée entre l'île de Sakhaline et le continent par la Manche de Tartarie, du 45e au 52edegré. Sakhaline prolonge exactement au Nord l'île de Yeso, au delà du détroit de Lapérouse. A cet endroit la Manche de Tartarie peut avoir 200 milles de largeur, d'Est en Ouest. A l'extrémité Nord, cette distance des côtes tombe à une dizaine de milles. Précisément entre Pictou, latitude 45°, et le Cap Ray, la distance est de 200 milles. A la latitude 52°, au détroit de Belle-Isle, la distance des côtes est de 10 milles. On voit combien ces deux régions sont comparables géographiquement (fig. 15).

Or, Vladivostok (latitude 43°) plus méridional que l'île du Prince-Edouard, de même qu'Halifax, est bloqué par la glace une partie de l'hiver, par suite de l'influence de l'Oya Shivo, courant froid qui joue en Sibérie le même rôle que le courant labradorien au Canada.

Car les eaux en mouvement à la surface de la terre appliquent l'Oya Shivo contre la côte continentale placée à droite de son mouvement, exactement comme elles bloquent le courant labradorien contre la côte canadienne. C'est pourquoi la Manche de Tartarie est un orifice ouvert aux eaux polaires glacées, exactement comme Belle-Isle.

Qu'y a-t-il d'exact dans la nouvelle répandue par les navigateurs en 1953 d'une élévation anormale de la température de l'eau à la latitude de l'île de Yeso dans la Mer du Japon, et dans le déblocage hivernal du port de Vladivostok ? La distance de Sakhaline à la côte de Sibérie est très voisine de celle qui sépare Terre-Neuve de la côte labradorienne ; les profondeurs sont du même ordre et l'obturation de ces deux brèches, en déviant vers l'Est le courant polaire venant du Nord, aurait des résultats analogues et d'une importance capitale pour la navigation comme pour le climat.

Il y a donc eu au cours des temps, depuis cent ans tout au moins, bien des projets d'obturation du détroit de Belle-Isle. M. HAMOND, en 1897, estimait le coût du travail à 9 millions de dollars. L'Hon. FORTIN, qui en 1877 répondait à un article du *Post* de Liverpool, dont l'auteur lançait, lui aussi, l'idée d'un barrage, fait un rapprochement avec la digue de Cherbourg, qui a, dit-il, 2 1/3 milles anglais à la base, 65 pieds 8 pouces de haut, et fut construite avec de grandes difficultés de 1783 à 1853 au prix de 12.750.000 dollars. Celle de Belle-Isle, de Pointe Amour à Savage Cove, aurait 10 2/3 milles anglais, une hauteur moyenne de 210 pieds, c'est-à-dire 4,5 fois plus de long et 3,2 fois plus de haut, soit 14,4 fois plus de volume et au même cours reviendrait à 178.000.000 de dollars. Mais la base devrait être plus forte et comme on ne pourrait guère travailler plus de trois mois par an, il serait bon de compter sur une dépense de l'ordre de 200 millions de dollars.

La surface de la section du détroit au point indiqué par l'Hon. FORTIN serait de

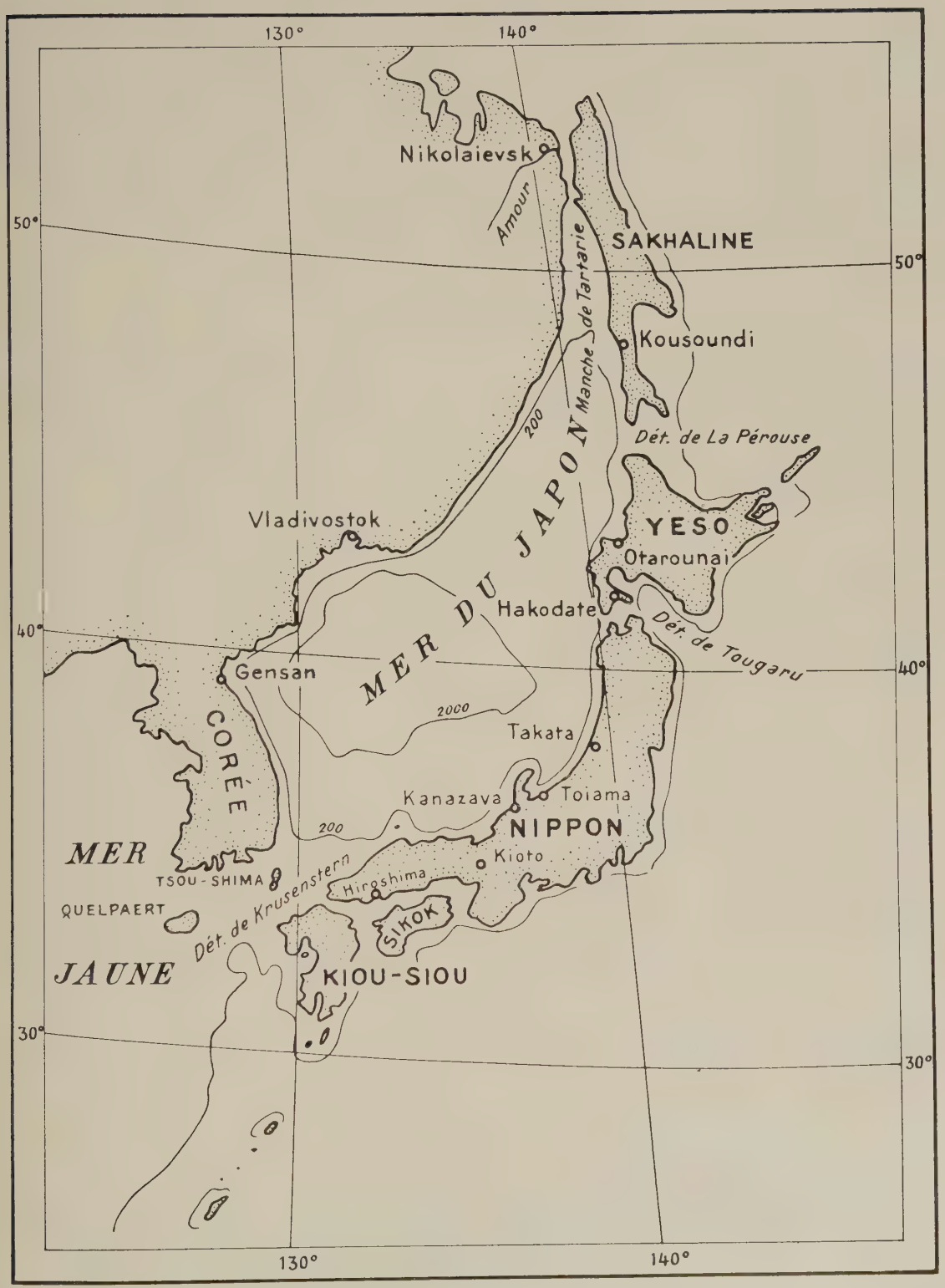


Fig. 15. — *Manche de Tartarie.*

1.071.400 m², ce qui, avec un remblai de 50 m. d'épaisseur moyenne, représente un cubage de blocs voisin de 54 millions de m³. Là-dessus, la maçonnerie enfoncée dans les blocs et débordant la surface devrait avoir 16.500 m. de long, 15 m. de haut et autant de large, soit près de 4 millions de m³. Ce n'est évidemment pas irréalisable, à côté du percement de l'isthme de Panama, même en ajoutant une écluse à chaque extrémité. Il est certain toutefois, même avec l'intérêt de rendre un jour la côte Nord plus habitable en vue de l'exploitation des minerais de l'Ungawa, qu'une telle entreprise ne sera pas réalisée de si tôt. Mais si l'obturation de Sakhaline s'avérait un jour exacte, on peut être assuré que l'obturation de Belle-Isle recommencerait à agiter sérieusement l'opinion publique et non sans raison.

X. — LES PECHERIES DU GOLFE DU SAINT-LAURENT.

Comme les deux éléments physico-chimiques les plus importants de l'habitat des espèces marines, la température et la salinité, ont une gamme très étendue dans les eaux labradoriennes, on pourrait s'attendre à rencontrer dans le Golfe une très grande variété d'espèces.

Or, il n'en est rien. Dans sa nomenclature classique « Field Book of marine fishes from Labrador to Texas », Charles M. Breder mentionne 395 espèces différentes. Le Dr Bigelow, dans son catalogue des poissons du Maine, réduit ce nombre à 198. Là-dessus, 91 appartiennent encore au Golfe du Saint-Laurent.

Examinons maintenant la question au point de vue commercial et alimentaire, en éliminant les curiosités naturelles ; il n'y a pas plus de 34 espèces qui méritent d'être dénombrées, et le Ministère des Pêcheries, dans ses statistiques, se borne à 30 dénominations, dont certaines, comme la sole et la sardine, sont des appellations erronées de pêcheurs, pour la plie ou le hareng de moins de deux ans.

Mais ce que ne disent pas les catalogues, qui se bornent à sérier les caractères des espèces, c'est l'importance relative des populations enregistrées. Il faut s'adresser aux statistiques de pêche. Une population, en effet, dépend de deux facteurs : le nombre d'espèces et le nombre d'individus de chaque espèce. Et c'est le deuxième facteur qui est impressionnant. Eperlan, hareng pondent 30.000 œufs ; la plie, 50.000 ; le gaspereau 100.000 ; l'alose 150.000 ; le maquereau 550.000. Haddock, esturgeon, flétan passent 2 millions, et la morue, de 5 à 14 ans d'âge, dépose chaque année de 4 à 9 millions d'œufs.

Si nous consultons les statistiques pour une année moyenne d'après-guerre, nous apprenons que la province de Québec produit 60.108 tonnes dont 2 ou 3 concernent un ensemble sans dénomination de marché, renfermant toutes ces curiosités naturelles qui remplissent des pages de manuels, mais ne constituent qu'un apport négligeable pour la consommation. Les espèces utilisables se classent de la façon suivante :

Morue	38.290 t.	Saumon	292 t.	Esturgeon	116 t.
Hareng	17.247	Capelan	277	Flétan	44
Maquereau	3.035	Merlu	236	Alose	45
Eperlan	296	Plie	186	Loche	41

Ces chiffres nous donnent une idée approximative de l'importance relative des espèces intéressantes.

La meilleure appréciation de la qualité d'une pêche consiste à calculer le rendement par tête, qui s'obtient en divisant le total des apports par le nombre des pêcheurs. Pendant les longues années que j'ai passées sur les bancs de Terre-Neuve, il m'est arrivé bien des fois de comparer le rendement de cette pêche avec le produit obtenu sur le plateau continental européen, par les mêmes hommes armés des mêmes engins. Manche et Mer du Nord sont

actuellement surpêchées et l'on y court à la destruction rapide des espèces comestibles, si des mesures radicales ne sont pas entreprises. Le malheur est que comme peuplement et dépeuplement sont des progressions géométriques, le mal n'apparaît comme imminent que lorsqu'il est bien tard pour y remédier.

Par contre, l'immense étendue des bancs de Terre-Neuve et du plateau continental américain n'est encore qu'à peine effleurée par de rarissimes pêcheurs et de plus l'eau polaire qui les recouvre est d'une richesse prodigieuse en plancton, c'est-à-dire en vie animale indispensable à la vie, non seulement des jeunes, mais même des adultes, particulièrement au moment des rassemblements de ponte, où se font les fortes captures. De sorte qu'en gros, le rendement par tête est de 5 à 6 fois du côté américain ce qu'il est du côté européen.

On entend périodiquement des esprits chagrins, profondément ignorants des conflits mystérieux qui s'échangent entre les masses d'eau en présence, se lamenter de la disparition régionale d'un poisson et accuser les engins modernes d'être les auteurs de tout le mal. Cela peut être vrai en certains cas, mais non partout. Si l'on veut bien consulter le rapport de l'archiviste de Québec de 1925, on trouvera la série des comptes rendus du sire DE BROUAGE, lieutenant pour le Roi de la côte du Labrador de 1743 à 1763, avec son siège au détroit de Belle-Isle. On y constatera qu'à cette époque lointaine, nos aïeux qui pêchaient à la ligne à la main, rapportaient en moyenne 60 quintaux à l'homme par campagne, c'est-à-dire 3 tonnes. Et c'était encore le total de capture des Portugais, qui sur le grand banc, jusqu'à la veille de la guerre, continuaient à pêcher de cette façon. Il s'agit de poisson salé, c'est-à-dire qu'il faut multiplier cette quantité par 4 pour avoir le poids de poisson réellement sorti de l'eau.

Comment soutenir alors que le poisson a diminué ? Quelle est la valeur d'une observation personnelle unique en matière de statistique ? Comme je demandai à un horticulteur angevin qui, sur un terrain de trois hectares, récoltait la bagatelle de 45 tonnes de poires, s'il n'observait pas, dans son verger, une alternance d'années productrices ou déficitaires, je m'attirai cette réponse : « Quand on sait son métier il n'y a pas de mauvaises années ; l'influence du climat, çà se corrige ».

Il en est absolument de même en matière de pêche. Si l'on attend que le poisson vienne vous trouver devant votre porte et s'il s'entasse dans les pêcheries à fascines du rivage au point de n'être bon qu'à faire du fumier, si deux ans après il déserte la région parce que les circonstances sont devenues défavorables, il ne sert à rien de se lamenter sur l'inclémence des temps, qui étaient, cela va sans dire, beaucoup plus beaux « du temps de mon grand-père » ; il convient d'aller chercher le poisson là où il se trouve et de s'équiper en conséquence.

Posons d'abord un certain nombre de principes qui auront d'autant plus de chances d'être vérifiés qu'ils seront plus généraux et tenons-nous-y de façon à soumettre nos recherches à un plan rationnel, non pas théorique et préconçu, mais sagement empirique et pragmatique.

Premier principe. — L'habitat du poisson que nous cherchons a ses limites, que nous devons connaître. Prenons, par exemple, le roi des poissons du plateau continental américain au nord du 45e degré de latitude : la morue. On ne la trouve jamais en eau atlantique de plus de 35 millièmes de salinité. Quand elle pond, elle cherche une eau de forte densité, de salinité supérieure à 33, si possible, et dont la température très basse ne descende qu'exceptionnellement au-dessous de 2° C. Son optimum, *l'eau de morue*, comme on peut l'appeler, possède une salinité de 33 à 34,5 et une température de 3° à 5° C. Après la ponte, lorsqu'elle cherche à s'alimenter, elle est susceptible de s'écarter de ces limites à la recherche de sa

proie. Mais on la trouvera rarement dans une eau de moins de 30 de salinité et de plus de 10° de température. Ceci détermine, dans le Golfe comme ailleurs, au cours des saisons, des régions inhabitables ou habitables à la morue. Et il faut se rappeler que le poisson ne peut franchir brusquement une différence brutale de 5° C sans danger de mort. A cet égard, il est bon d'avoir à la mémoire les hécatombes de « tilefish » sur les bancs de Nantucket en 1925, ou de morue, au printemps de 1934, à l'entrée du détroit de Belle-Isle, du côté du Golfe.

Deuxième principe. — Les eaux de température inférieure à 1° C sont impropres à la vie, parce que la nourriture fondamentale du garde-manger, le plancton, y est déficitaire, sinon nul, et que les animaux marins de toute taille les fuiront comme la peste. Il importe donc de savoir, le plus tôt possible, où se trouve le « *voile* », si par hasard il vient à tangenter les berges du talus continental et suivre ses déplacements s'il y a lieu, au cours de la campagne de pêche. Ceci indique donc l'intérêt de connaître la situation hydrologique du Golfe et ses variations, afin d'avoir une indication sur les régions favorables ou défavorables à la pêche. Cette reconnaissance, qu'il y aurait tout intérêt de renouveler deux ou trois fois si possible, au cours d'une campagne annuelle, serait incontestablement le meilleur office qu'il soit possible de rendre aux pêcheurs, si elle leur est communiquée sans perte de temps, par la radio par exemple, comme on envoie les bulletins météorologiques.

Troisième principe. — Les modalités du conflit des eaux en présence ne provoquent pas des conditions momentanément défavorables en un endroit, sans causer à 100 ou 200 milles de distance des conditions favorables. Et là il y aurait du poisson pour tous les pêcheurs du Golfe réunis. Il ne faut jamais perdre de vue que le poisson ne se crée pas spontanément à l'âge de 8 à 10 ans. Avant de se présenter à l'âge adulte devant un port, il a existé ailleurs et en abondance à un moment où il était déjà commercial et s'agglomérait le moment venu en *piaules* de ponte. Il existe, chaque année, dans le Golfe, des *régions complémentaires,* qui permettent de corriger, si l'on a les jambes assez longues, la pénurie des années de disette.

Quatrième principe. — Ce qui ne convient plus à un poisson, peut convenir à un autre. La liste des habitats des différentes espèces pêchées et leurs caractéristiques permet de voir que ces habitats ne sont nullement superposables, hydrologiquement, s'ils peuvent coïncider géographiquement. L'ânon ou églefin joue ainsi, par rapport à la morue, le rôle *d'espèce complémentaire*. Seules les limites des bancs peuvent quelquefois s'interpénétrer, mais le « bulk », la masse principale de chaque essaim, est nettement séparée de sa voisine et une simple observation des températures et salinités au sein de chacune d'elles fait immédiatement ressortir la légère différence qui les place en quelque sorte de part et d'autre d'une barrière naturelle qui différencie leurs habitats. Le hareng et le maquereau sont ainsi complémentaires. On les pêchera dans les mêmes parages, mais pas simultanément, et seulement quand les conditions hydrologiques auront changé : densité plus forte un peu pour le maquereau, mais surtout augmentation de la salinité car le maquereau aime une température un peu plus élevée que le hareng, et il n'est pas rare, dans un haut filet vertical de trouver le hareng maillé à la partie supérieure dans des eaux moins salées, tandis qu'à partir d'un certain niveau, c'est le maquereau que l'on rencontre ensuite jusqu'au fond et dans une eau un peu plus chaude, mais de salinité plus forte. Si l'on n'a pas les jambes longues et qu'on n'est pas outillé pour se déplacer, c'est le gréement qu'il faut changer. Ici, c'est une simple question de maille, et encore !

Comme nous ne possédons pas de documentation sur les variations de température et de salinité dans le Golfe (elles ne sont pas encore entrées dans les préoccupations de cet heureux pays, qui pour le moment n'a aucun intérêt à augmenter une production déjà surabondante), nous allons prendre le problème par son autre face, les résultats Il est évi-

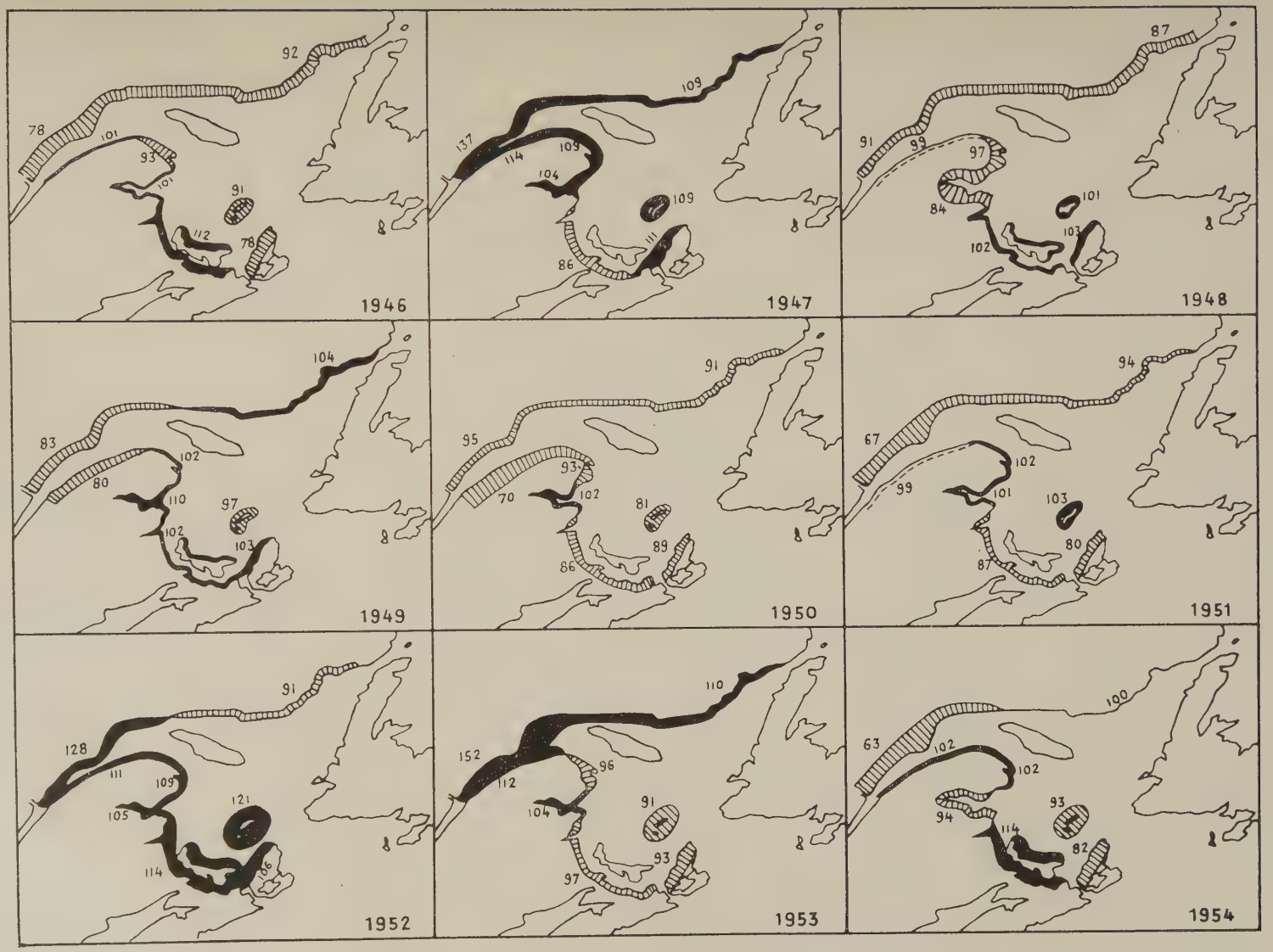


FIG. 16. — *Variation cyclique de la pêche dans le Golfe* 1946 *à* 1954.

La valeur 100 *représente la moyenne de la pêche des* 30 *dernières années dans la région, — le trait noir correspond aux bonnes années, les hachures aux mauvaises.*

dent qu'en principe, bonne pêche équivaut à abondance de population et mauvaise pêche à raréfaction. Ce n'est pas toujours exact ou plutôt les statistiques ont été si souvent modifiées que les chiffres ne sont pas toujours comparables. Ils ont longtemps indiqué le poisson salé. Le développement de la pêche frigorifiée a naturellement influé sur le remplacement de ces quantités par la production en poisson frais. On peut encore établir une comparaison lorsqu'on sait qu'en moyenne l'ébrayage, le nettoyage de la morue et l'évacuation de l'eau par salage absorbent les 3/4 en poids du poisson sorti de l'eau. Mais il est évident que ce calcul est un peu approximatif. En outre, il est assez difficile d'établir le rendement par tête de la pêche ; le nombre de pêcheurs varie sensiblement par suite de l'attrait de la pêche en périodes d'abondance, de son abandon en temps de « faillette ». Enfin la mévente du poisson oblige parfois à des opérations gouvernementales de subventions, de secours, qui provoquent négligence ou déséquilibre dans la production. Il n'y a qu'un moyen de tenir compte de variations qui fausseraient nos résultats. Totaliser les captures telles qu'elles sont relevées, par lustre de 5 ans. Etablir la valeur moyenne du groupe en divisant ce total par 5. Un coefficient nous indiquera ensuite la relation d'une année quelconque avec la moyenne du lustre : 100 étant une année moyenne, 110 à 120 indiquera une bonne année, 90 à 80 une année déficitaire.

Nous nous bornerons ici à un poisson, la morue. Le hareng et le maquereau ne sont pas exploités ; on ne les vendrait pas. L'éperlan et le capelan, en dehors des hécatombes effroyable d'alevins dans les nasses des pêches à fascines, servent à la distraction des pêcheurs à la ligne du haut en bas du fleuve. Les statistiques ne peuvent fournir d'indication sérieuse sur leurs quantités et leurs fluctuations. La morue, au contraire, pêchée d'une façon régulière, est bien suivie. C'est pourquoi nous l'adoptons, afin de marquer ce qui pourrait être fait pour les autres espèces.

Nous avons fait remarquer à propos de l'influence du Golfe sur le climat, qu'il se produit dans ses variations des fluctuations périodiques dont le rythme est d'environ neuf ans. Associons donc les données que nous possédons pour les 50 premières années du XX^{e} siècle de neuf en neuf ans et formons les moyennes pour chacune des régions suivantes :

I. Côte Nord : Belle-Isle à Anticosti.
II. Côte Nord : Anticosti au Saguenay.
III. Côte Sud : Ile Verte à Pointe Renommée.
V. Baie des Chaleurs.
VI. Côte du Nouveau-Brunswick et île du Prince-Edouard.
VII. Côte de l'île du Cap Breton sur le Golfe.
VIII. Iles de la Madeleine.
IX. Côte de Terre-Neuve sur le Golfe.

Les relevés qui concernent la neuvième région sont encore trop sporadiques pour permettre de les faire figurer, pour le moment, dans ce relevé. Portons sur le tableau suivant les moyennes obtenues d'année en année dans le cycle de neuf ans débutant en 1946 :

	REGIONS								
Années	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	moyenne
1946	92	78	101	93	101	112	78	91	93
1947	109	137	114	109	104	86	111	109	110
1948	87	91	99	97	84	102	103	101	94
1949	104	83	80	102	110	102	103	97	97
1950	91	95	70	93	102	86	89	81	88
1951	94	67	99	102	101	87	80	103	92
1952	91	128	111	109	105	114	106	121	111
1953	110	152	112	96	104	97	93	91	107
1954	100	63	102	102	94	114	82	93	94

Nous ne nous dissimulons pas que ce tableau ne peut avoir la prétention de nous assurer une précision *ne varietur*. Il pourrait être considérablement amélioré si les statistiques, surtout préoccupées des points de vue relatifs à la consommation globale, nous apportaient quelques précisions plus grandes sur un groupe de pêcheurs standardisé, consacrant ses activités à une seule espèce de pêche et opérant avec un matériel identique. Quoi qu'il en soit, ce relevé nous donne certaines indications intéressantes (fig. 16).

On remarquera d'abord que les années déficitaires ne se produisent pas du tout simultanément dans tout le Golfe. Ainsi en 1946 (et plus tard en 1955 qui répètera la situation) la 7^{e} région est à son minimum, tandis que la 6^{e} qui lui est voisine est très favorisée. Le sachant, il est facile de faire 300 milles si on a les jambes suffisantes et d'aller où le poisson donne.

On voit également que les minima (soulignés) se déplacent d'année en année de la 7^{e} région vers la 1re, comme si la venue d'une mauvaise année débutait par le Sud (vague chaude ?) et montait lentement vers le Nord comme une épidémie.

La plus mauvaise année de l'ensemble tombe en 1950 (5^{e} année) avec un coefficient 88. Or, 1950 est une année chaude du cycle. Par contre, 1947 et 1952-53, qui correspondent à des années froides, sont précisément de bonnes années. Or, nous avons expliqué à propos de la circulation et de l'entrée de l'eau polaire par Belle-Isle qu'en année froide le flux polaire est particulièrement abondant et richement entretenu toute l'année. La couche polaire est épaisse (150 m. et davantage). Ce qui passe par Belle-Isle dès le printemps, c'est la couche supérieure légèrement attiédie par le rayonnement solaire. Et on sait que l'eau polaire est particulièrement riche en plancton, qui n'attend qu'une température de 2 à 3° C pour exploser. Après les diatomées apparaîtra le plancton animal, copépodes et ptéropodes, qui alimentera le garde-manger pour les espèces moyennes, dont la grosse morue fait son alimentation de choix, sans pour cela dédaigner le plancton s'il est abondant, comme il l'est toujours en eaux favorables aux rassemblements de frai. Tout se tient et les statistiques ne font ici que corroborer ce que nous savons par ailleurs sur les conditions de bonne population des terrains de pêche. Il ne nous manque que la confirmation de ces conclusions par une étude de la situation hydrologique et planctonique aux divers étages, de jour et de nuit, comme j'ai pu le faire sur les bancs de Terre-Neuve pendant les années que j'ai passées à les parcourir en tout sens.

UN THONIER DE TYPE CALIFORNIEN DANS LES EAUX FRANÇAISES D'AFRIQUE

par R. Letaconnoux et J. Dardignac

INTRODUCTION

Au cours des mois de septembre et d'octobre 1954, nous avons eu le plaisir d'effectuer une campagne à bord d'un « Tuna clipper » californien au large des côtes occidentales d'Afrique. Nous le devons à M. Bertin que nous remercions bien vivement ici, tant pour l'aimable accueil qu'il nous a fait à bord de son navire « Yolande Bertin », que pour tous les renseignements qu'il a bien voulu nous donner.

Nous remercions également Eino Hautala, spécialiste de cette pêche dans le Pacifique, qui était chargé à bord de veiller au bon fonctionnement des installations et d'initier l'équipage à la pêche et à la conservation du poisson.

Dans ce travail nous nous sommes efforcés de décrire un « clipper » en détail et de donner une image, aussi fidèle que possible, tant du navire que de ses installations et de son mode de pêche.

La complexité de ces installations, qui est le fruit d'une longue expérience dans des conditions bien précises, méritait d'être mise en évidence, tout particulièrement au moment où la pêche à l'appât vivant semble vouloir prendre un essor nouveau en France et où l'exemple californien exerce un attrait certain.

I. — LE « TUNA CLIPPER », ORIGINES, PRINCIPES ET EVOLUTION DE LA FLOTTE DU PACIFIQUE

Le terme « Tuna clipper » désigne un type de bateaux américains pêchant le thon à l'appât vivant dans le Pacifique. C'est un navire hautement spécialisé pour la pêche dans les régions tropicales et généralement à grande distance de son port d'attache.

Tel qu'il se présente aujourd'hui, une trentaine d'années après son apparition, ce type de bateau semble avoir atteint une spécialisation poussée au maximum et être arrivé au terme d'une évolution qui ne paraît guère susceptible d'être dépassée maintenant.

Un « Tuna clipper » représente en effet la somme des efforts faits tant par les pêcheurs pour l'amélioration de la pratique de la pêche à l'appât vivant, que par l'industrie pour le perfectionnement de son équipement et, à moins d'une révolution technique, il ne semble pas que ce type de bateau spécialisé soit maintenant susceptible de modifications importantes.

Toute une partie des cales à poisson est en effet maintenant utilisable en vivier, ce qui permet de ne garder sur le pont que 3 viviers pour l'appât nécessaire pendant quelques heures de pêche.

Actuellement les Portugais possèdent une partie de la flotte des quelque 200 « clippers » basés à San Diego, et dont ils constituent plus de la moitié des équipages.

Cette flotte livre 70 % de la production de thon californienne, qui était de près de 160.000 tonnes en 1952.

Origine et évolution de la flotte des « Clippers ».

Nous ne chercherons pas à retracer l'histoire de cette pêche aux Etats-Unis, mais il est cependant intéressant de signaler que la pratique de l'appât vivant, qui s'est introduite en France puis en Espagne depuis la dernière guerre, a, en Europe, ses origines dans les îles portugaises de l'Atlantique et tout particulièrement aux Açores.

A Madère et aux Açores, en effet, la pêche des thons se pratique à la canne depuis fort longtemps à bord d'embarcations pontées ou demi-pontées de 10 à 15 m. de long et en utilisant la sardine, le chinchard ou le maquereau comme appât. Cet appât est pêché la nuit à la lumière, conservé dans un vaste panier en osier de force ovale, le long du bord, ou dans des viviers en bois lorsque le bateau fait route ou est en pêche. Ces viviers, souvent en forme de barrique tronquée de 1 m. 50 de diamètre, sont simplement percés de quelques petits trous à leur base et l'eau y est renouvelée grâce à une pompe à moteur, mais parfois à l'aide d'un simple seau en bois constamment manœuvré par un homme.

C'est ainsi que les premiers essais de pêche à l'appât vivant furent faits à San Diego, en Californie, par les Portugais à bord de petites embarcations munies d'un simple vivier

Fig. 1. — *Le thonier « Yolande Bertin ».*

(Photo Institut des Pêches. La Rochelle.)

sur le pont. Le développement de la pêche, dû à l'essor des usines de conserves en 1911, conduisit à accroître la taille des bateaux et des viviers, puis à construire des logements pour l'équipage à l'avant du bateau, au-dessus du moteur.

Cet accroissement du volume des viviers sur le pont, le poisson étant conservé en glace en cale, se traduisit par le chavirement de plusieurs bateaux, et ce n'est qu'avec le développement de la congélation du poisson en saumure que la formule actuelle des « clippers » s'imposa.

Principes régissant la construction d'un « tuna clipper ».

On désigne sous le nom de « tuna clippper » un bateau de pêche à moteur diésel, utilisé pour la pêche du thon à l'appât vivant sur les côtes ouest de l'Amérique du Nord et du Sud jusqu'aux Galapagos et à l'Equateur. Ces bateaux, nommés aussi « tuna bait boat », ont de 20 à 45 m. de longueur, sont munis d'une installation frigorifique et ont généralement de 10 à 14 hommes à bord.

Bien que composée d'unités de tailles très différentes, cette flotte présente cependant une homogénétité remarquable due aux principes et facteurs économiques fort stricts qui régissent sa construction.

Unité de type.

Le premier principe qui s'impose, lorsque l'on étudie la description des « tuna clippers », c'est que tous, quelle que soit leur taille, sont construits sur le même type, à tel point que la distribution des locaux et leur équipement sont à peu près les mêmes d'un navire à l'autre.

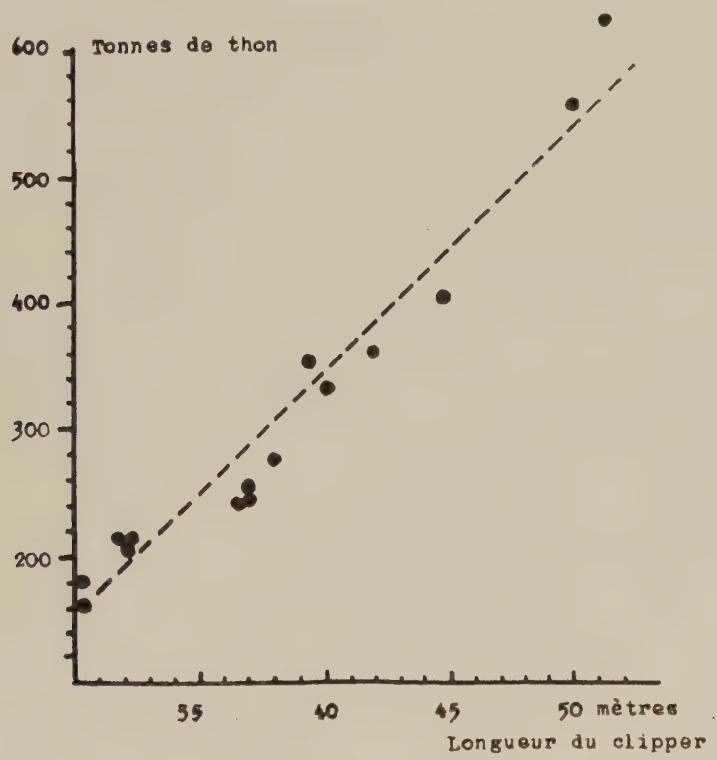


FIG. 2. — *Capacité de transport de quelques clippers en fonction de leur longueur.*

On estime en effet que par une standardisation poussée au maximum on obtient le meilleur prix de revient et que l'on connaît à peu de chose près le prix d'un navire au mètre (14 à 15.000 $)ce qui permet de commander un thonier selon des possibilités financières parfaitement définies.

Capacité de transport.

Le second principe important est que pour un prix de revient donné, un « clipper » correspond à une capacité de transport bien établie. C'est ainsi que pour une somme variant de 400 à 700.000 $ et correspondant à un « clipper » de 27 à 51 m., on obtient un navire capable de ramener de 110 à 570 t. de thon congelé.

Comme d'autre part la capacité de transport augmente proportionnellement plus vite que la longueur du navire et passe de près de 6 t. au mètre pour un « clipper » de 30 m. à 8 t. pour un 40 m. et à 11 t. pour un 50 m., il en résulte qu'un certain intérêt se manifeste actuellement en faveur des thoniers de fort tonnage comme le « Sea Lark » capable de rapporter 545 tonnes de thon congelé, ou le « Scarlet Queen », 565 t.

En dehors de la standardisation, nous retiendrons donc également que les « clippers » se caractérisent par la recherche d'une charge maximum dans une longueur minimum.

Rayon d'action.

Le troisième principe réside dans la recherche d'un rayon d'action maximum qui, allié au meilleur équipement possible, donne au thonier ses plus grandes chances de succès. Ce rayon d'action, pouvant atteindre 10.000 milles et plus, permet aux bateaux d'aller pêcher au delà de l'Equateur, soit à plus de 3.000 milles de San Diego, et de rechercher le thon pendant presque toute l'année, ce qui est une des conditions essentielles de leur rentabilité, le « tuna clipper » étant finalement le type de bateau dont le prix de revient et l'entretien sont peut-être les plus élevés parmi les flottes de pêche mondiales.

C'est pourquoi, sur les 200 à 230 unités qui composaient l'essentiel de la flotte des « clippers » au cours des dernières années, on remarquera que si les navires de fort tonnage sont malgré tout l'exception, par suite de leur coût élevé, la majorité des thoniers ont cependant une capacité de transport moyenne d'environ 200 t. de poisson.

Voici, à titre indicatif, le tonnage net des « clippers » basés en Californie en 1951 :

de	5 à 49 tx	42
	50 à 99 tx	50
	100 à 149 tx	52
	150 à 199 tx	68
	200 à 249 tx	13
	250 à 299 tx	3
	300 à 349 tx	1
	350 à 399 tx	2
		231

Ayant ainsi fait le point de la flotte des « clippers » actuellement en service dans le Pacifique et défini l'esprit qui a présidé à leur construction, nous pensons qu'il convient maintenant de visiter l'un de ces bâtiments, et plus particulièrement un « baby clipper », la « Yolande Bertin », dont le tonnage net voisin de 100 tonneaux (brut 260 tonneaux environ) correspond à un bâtiment d'une trentaine de mètres, capables de porter de 160 à 180 t. de thon.

II. — VISITE D'UN « TUNA CLIPPER »

Ce qui surprend, lorsque l'on voit un « tuna clipper » pour la première fois, c'est le contraste entre son étrave généralement élancée et sa poupe si lourdement chargée que l'eau est pratiquement au niveau de toute la partie arrière du pont principal.

Ce contraste s'explique par le fait que la tendance actuelle des constructeurs est de donner à ces bâtiments des lignes aérodynamiques, ce qui se traduit par une proue élancée et un pont avant surélevé, s'étendant au delà de la moitié du bateau. Ce pont porte les logements de l'équipage, eux-mêmes généralement surmontés par la passerelle et une cheminée incorporée dans celle-ci. L'arrière du « clipper », par contre, est surchargé par les

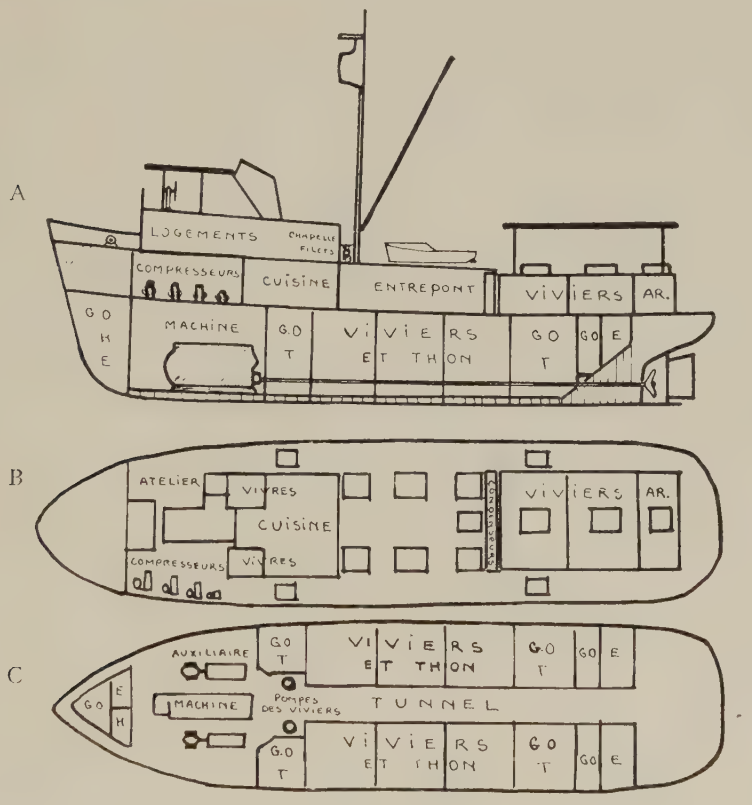


FIG. 3. — *Coupe (A) et plans schématiques d'un clipper au niveau du pont principal (B) et sous lui (C). G. O. = gas oil. H = huile. E = eau douce. T = thon.*

trois viviers de pont, abrités sous un toit de bois et dont le poids s'ajoute à celui, énorme, des compartiments à poisson et des viviers de cale qui s'étendent sur près des 2/3 de la partie arrière de la coque. Il en résulte qu'à pleine charge, sur plus de la moitié de sa longueur, un « clipper » n'a pratiquement pas de franc bord et que, par faible roulis, l'eau entrant par les dalots circule sous le caillebotis recouvrant le pont.

Le mât médian, terminé par un nid de pie et portant le mât de charge pour la manœuvre des embarcations, vient compléter la silhouette typique du « clipper ».

La salle des machines, située à l'avant du bateau sous le pont principal, est occupée par le moteur et les auxiliaires, les pompes et les tableaux de contrôle. La partie arrière de la machine communique par une porte avec le tunnel qui sépare les deux rangées des viviers de cale, et par où passe la ligne d'arbre et les multiples canalisations d'eau de mer et de réfrigération dont les vannes de contrôle tapissent les parois.

Au-dessus de la salle des machines se trouve un entrepont occupé à bâbord par les compresseurs de réfrigération et à tribord par un petit atelier doté d'un important outillage. C'est là qu'est installé le tableau principal de contrôle des machines, ainsi que le matériel de lutte contre l'incendie.

Deux portes étanches font généralement communiquer cette salle avec un vaste entrepont occupant toute la partie médiane du « clipper » et abritant une spacieuse cuisine et les hiloires des puits à poisson et des viviers de cale.

Ces viviers, ou ces puits, sont de deux types : les uns sont munis d'un hiloire surélevé et servent à conserver l'appât vivant ; les autres, seulement fermés par un panneau étanche, peuvent être utilisés comme citernes à combustible, mais tous, une fois vides, peuvent être transformés en cales où le thon sera conservé après congélation en saumure.

Cet entrepont reçoit la lumière par de vastes sabords ouverts au-dessus de la lisse et pouvant être aveuglés par des volets mobiles en cas de mauvais temps. La cuisine qui y est installée a été dotée du maximum de place disponible, car elle sert de réfectoire pour l'équipage ; d'une superficie de 20 à 25 m^2, elle est aérée par de vastes baies vitrées mobiles sur trois de ses faces et par deux grands ventilateurs latéraux. La cloison du fond est occupée en son centre par une cuisinière à mazout encadrée par les portes des deux compartiments à vivres, de 7 à 8 m^3 chacun. L'un d'eux est un compartiment congélateur pour la viande et le pain ; l'autre, simplement réfrigéré, conserve les légumes. Sur l'une des faces latérales de cette cuisine se trouve une table pour la préparation des repas, avec un évier en acier inoxydable et une armoire climatisée pour la conservation des plats préparés et le refroidissement de l'eau douce par circulation dans un serpentin.

Les deux autres côtés de la cuisine sont occupés par une table pour les repas, tandis que des caissons, disposés un peu partout, et des placards servent à l'entreposage de denrées non périssables et des conserves.

Tout à l'arrière du pont principal nous trouvons les viviers de pont déjà cités et entourés d'une coursive à l'extérieur de laquelle sont fixés les balcons de pêche dont la rampe peut se replier sur la lisse.

Gagnant maintenant le pont supérieur, nous y trouvons une petite plage avant, avec un guindeau pour la chaîne d'ancre, puis un rouf où sont les logements de l'équipage et des officiers, ainsi qu'une réserve de filets et souvent une minuscule chapelle. Les logements sont toujours très confortables et équipés d'installations sanitaires et de douches.

La passerelle de navigation, située ici à l'avant de ce rouf mais le plus souvent en troisième pont, est dotée d'instruments de navigation perfectionnés : radar, sondeur ultrasonore et radiogoniomètre. Un radiotéléphone de 250 watts complète l'installation, tandis qu'un système intervox permet de communiquer avec tout le bord. Certains bateaux possèdent également un compas gyroscopique et un système Loran.

Enfin la barre est dotée d'une commande électrique par fil souple à deux boutons, qui permet au patron de manœuvrer depuis les passavants ou du toit de la passerelle, où il s'installe souvent lors de la recherche des bancs de thons.

A l'arrière du rouf, le pont supérieur porte les embarcations et communique de plain-pied avec la partie supérieure des viviers arrière, protégés par un vaste toit en bois sous lequel sont posées les cannes en bambou servant à la pêche.

III. — FORME ET STABILITE

Le thonier « Yolande Bertin » mesure 31,88 m. hors tout, 29,26 m. entre perpendiculaires; sa largeur est de 8,17 m. et son creux au maître-couple de 3,26 m.

La coque d'un « tuna clipper » se caractérise généralement par sa grande largeur, celle-ci étant le plus souvent comprise près de quatre fois dans la longueur prise à la flottaison, tandis que la profondeur, mesurée au niveau du pont principal et du maître-couple, est égale à 1/8 environ.

Cette grande largeur donnée au pont principal se justifie si l'on songe que ces thoniers ont une flottabilité réduite et que l'on cherche à en accroître la stabilité en augmentant la largeur de la coque.

Cet élargissement entraîne certes une augmentation de la capacité de transport, mais il répond surtout au désir d'assurer une meilleure assiette à un bateau dont la coque, quoique lourdement enfoncée dans l'eau, a un centre de gravité anormalement haut par suite de la présence des viviers sur la plage arrière et de la situation élevée de la passerelle et des locaux d'habitation.

Il est d'ailleurs à noter que pour alléger au maximum ces charges, tous les ponts supérieurs, ainsi que le rouf, sont le plus souvent construits en contreplaqué marin.

Enfin, des règles strictes définies après les essais du bateau doivent être appliquées pour la distribution des charges, afin d'assurer le meilleur équilibre. Les ingénieurs estiment en effet que, malgré les pertes subies par la flotte thonière, ces bateaux ont une stabilité satisfaisante s'ils sont maniés de façon convenable.

En fait, les courbes de stabilité statique établies aux essais montrent que le module de stabilité maximum peut être atteint selon la charge entre 25° et 35° et parfois plus, mais à pleine charge (cas d'un « clipper » prenant la mer) toutes les courbes montrent une baisse dangereuse du module entre 10° et 20°. C'est qu'à cet angle le franc bord est sous l'eau et que celle-ci peut envahir la machine ou le tunnel et entraîner le chavirement du bâtiment.

C'est pourquoi la comparaison souvent faite entre un « clipper » et un « tanker » ne se justifie pas complètement. En effet, si tous deux n'ont pratiquement pas de franc bord, le pont d'un « clipper » n'est pas aussi dégagé pour permettre un écoulement rapide de l'eau entrant par mauvais temps, et, par ailleurs, l'étanchéité du bateau est loin d'être comparable à celle d'un « tanker ». Or, l'on sait qu'une entrée d'eau même peu importante, ou un simple transfert de combustible, amenant une gîte de 10°, peut entraîner un déséquilibre dont les conséquences sont parfois catastrophiques.

Afin de respecter cette stabilité du « clipper », des instructions extrêmement détaillées sont données à chaque bateau après les essais.

Ces instructions sont généralement les suivantes :

1° Ordre dans lequel les diverses citernes et soutes de carburant doivent être utilisées.

2° Spécification du nombre et de l'emplacement des viviers pouvant être employés pour l'appât au départ.

3° Nombre et ordre dans lequel les viviers (ou les puits devenus vides de carburant) peuvent être utilisés pour la conservation de l'appât ou du poisson pêché, selon le nombre et la position des puits et des soutes à carburant vides.

4° Les viviers et citernes sous le pont principal ne peuvent être remplis ou vidés que par paire, et une seule à la fois ; sur le pont, ils ne peuvent l'être qu'un après l'autre.

5° Remplissages et vidanges doivent être être effectués aussi rapidement que possible.

6° Sauf pendant un transport de liquide, les vannes de connexion entre viviers doivent être strictement fermées.

7° Ne pas laisser une trop grande quantité de poisson s'accumuler du même côté en cours de pêche.

Ces instructions, dont le détail varie selon les bateaux, sont affichées dans la passerelle et au poste de commande de la machine, et doivent être respectées à la lettre.

IV. — COQUE ET MACHINE

Coque.

La coque est en acier soudé, mais la construction en bois a en général la préférence des pêcheurs. Cependant, après la dernière guerre, les coques en acier ont eu un renouveau de faveur, mais elle fut de peu de durée, l'acier posant en eaux tropicales un grave problème de protection contre la corrosion. C'est ainsi que sur certains bateaux une grande partie des surfaces les plus exposées à l'action de l'eau de mer sont sablées, puis métallisées au zinc.

Les superstructures et pont supérieur sont généralement en bois, le contreplaqué marin étant souvent utilisé, en particulier pour le pont supérieur, afin de lutter contre la dessication due au climat tropical et assurer l'étanchéité, tout en entraînant un poids réduit dans les hauts.

Machine.

La machine se trouve sous le pont principal, dans le tiers antérieur du « clipper ». Le moteur principal a une puissance de 550 CV à 360 tours/minute et donne au bateau une vitesse de route de 10,5 nœuds.

La puissance du moteur atteint 800 à 900 CV pour des unités de 30 à 40 m. La faveur se partage actuellement entre régimes lents et moteurs rapides en V, ce dernier type semblant devenir populaire car il permet de réduire l'espace occupé par la machine et de gagner ainsi de la place pour la cargaison.

Cette recherche de l'augmentation de la capacité de transport, qui est primordiale pour des bateaux allant pêcher à grande distance, a même conduit à envisager la solution diésel/propulsion électrique qui aurait l'avantage supplémentaire de supprimer les difficultés d'alignement de l'arbre d'hélice sur un type de navire où cet arbre atteint des dimensions particulièrement importantes.

Par ailleurs, la demande d'énergie électrique étant très élevée sur un « clipper », il semblerait que le remplacement du moteur propulseur par un combiné de génératrices d'électricité fût un gain, mais cette question n'a encore reçu aucune solution pratique.

Les auxiliaires sont au nombre de trois, d'une puissance de 200 CV, entraînant chacun un alternateur de 75 kilowatts produisant du courant alternatif triphasé 60 périodes sous 220 volts.

En plus des moteurs, c'est dans la salle des machines que l'on trouve les deux pompes d'alimentation en eau du circuit des viviers (20 CV chacune), la pompe de cale et la pompe à incendie (5 CV), les pompes de transfert de gas-oil (2 CV) et de saumure (7 CV), ainsi que les pompes à eau douce et eau salée pour les besoins de l'équipage (0,5 CV), etc...

La citerne à huile de lubrification se trouve à l'avant de la salle des machines. Quant

au carburant, il est réparti dans différentes caisses situées en étrave ou en poupe ainsi qu'en double fond.

On utilise également, suivant la taille des « clippers », une, deux ou trois paires de puits à poisson pour transporter une réserve supplémentaire de carburant servant au voyage d'aller. Il arrive même, quand la pêche est fructueuse dès les premiers jours du voyage, qu'une partie de ce carburant soit directement pompée à la mer, et après lavage du puits, remplacée par le thon pêché.

A titre d'indication, voici pour trois types de « clippers » les réserves transportées au départ :

		32 m.	37 m.	40 m.
Gas-oil	soute	70 m³	140 m³	121 m³
	puits à poisson	36	42	125
Huile		5	6	9
Eau douce		10	17	19

V. — LES VIVIERS

Tout l'espace disponible dans la coque d'un « clipper » est occupé, de chaque côté du tunnel central, par des compartiments en tôles d'acier soudées.

La « Yolande Bertin » en contient huit. Les deux paires extrêmes ne possèdent qu'une installation de réfrigération ; les autres ont, en plus, un équipement de circulation de l'eau de mer pour la conservation de l'appât. Tous ces compartiments sont parfaitement isolés au liège aggloméré disposé en épaisseur de 12 cm. sur la coque et autour de la chambre des machines, de 10 cm. sous le pont principal et de 7 cm. entre les viviers.

Sur les « clippers » de 30 à 40 m., le nombre des compartiments varie de 8 à 14, dont 6 à 8 au maximum sont utilisables comme viviers.

La taille de ces compartiments est variable selon la classe du thonier et en particulier selon la profondeur disponible de la coque. Ceux destinés à l'appât ont une capacité d'au moins 20 t., alors que les puits destinés seulement au gaz-oil ou au thon et situés près de la machine et en poupe, ont une capacité souvent réduite à 15 ou 18 t.

Ici les deux puits avant ont une capacité de 18 t. chacun, et les viviers de cale 22 à 25 t., mais un bateau de 32 m. et calant plus de 4 m. peut passer à 30 t. et un grand « clipper » atteindre 40 t.

Théoriquement un « clipper » de 30 m. est capable de porter près de 150 t. d'eau en cale et 30 à 35 t. en pontée, mais les règles de sécurité peuvent lui imposer de n'atteindre cette charge que si une partie du carburant stocké à l'arrière du bâtiment a été consommée. En partant pour la pêche il n'emplira que 4 viviers de cale sur 6, ce qui représentera une centaine de tonnes d'eau et 135 t. environ avec les viviers de pont.

Viviers de cale.

Les parois de ces puits sont verticales, sauf sur la face qui épouse la forme extérieure de la coque et qui vient former le fond du vivier. Elles sont peintes en blanc et une lampe d'au moins 100 watts, fixée côté tunnel, assure l'éclairage intérieur du vivier. Il s'ouvre sur le pont principal par un hiloire carré dont les côtés mesurent 1,2 m. à 1,5 m. et dont la hauteur extérieure est de 60 à 70 cm. et l'intérieure de 75 à 85 cm.

Ces dimensions sont importantes, car elles doivent être telles qu'il ne puisse se former de poche d'air au roulis et que la surface libre ne soit pas trop grande, tout en permettant d'attraper facilement l'appât vivant.

L'eau arrive au vivier par un tuyau de 14 cm. de diamètre extérieur muni d'une vanne située dans le tunnel central et servant à régler ou couper le débit, qui est d'environ six volumes à l'heure (150 t/h pour un puits de 25 m^3). Ce tuyau débouche sur le fond du puits, toujours côté tunnel, sous un écran de bois placé en angle et s'étendant sur toute la largeur du vivier. L'eau ressort par l'angle supérieur opposé à travers un second écran, et s'écoule

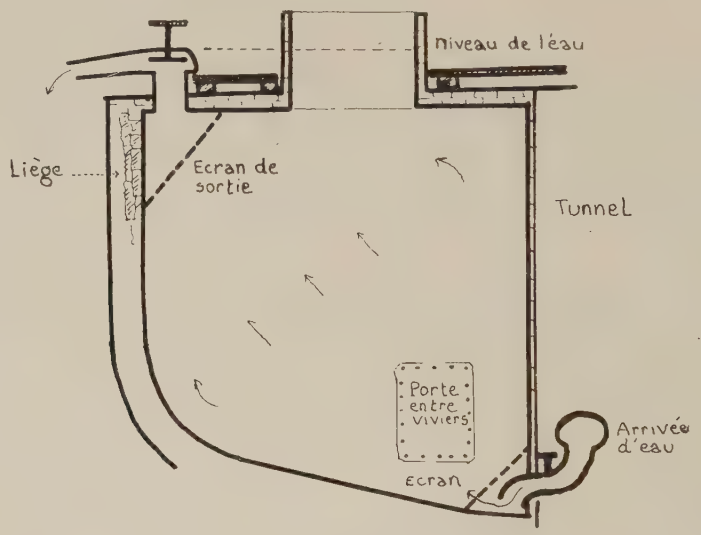


FIG. 4. — *Coupe schématique d'un vivier de cale.*

en passant par un trop-plein qui débouche sur le pont et dont le débit, réglable par une vanne, permet de contrôler la hauteur d'eau dans l'hiloire.

Le rôle des écrans est important. A l'entrée, ils servent à briser la puissance du flux d'eau fraîche et à le répartir dans toute la masse du vivier. A la sortie, ils répartissent également l'aspiration sur toute la longueur du vivier.

La forme des écrans, ainsi que la taille et la forme des ouvertures qui y sont pratiquées, ont donc une grande importance puisqu'elles doivent permettre à l'eau de circuler sans turbulence et au poisson de nager sans effort.

Ces écrans sont généralement de trois types. Les uns sont en contreplaqué marin de 2 mm., percés de trous de 3 mm. espacés de 2,5 cm. de chaque centre.

Les autres sont faits de planchettes de 4 cm. de large environ placées dans le sens vertical et séparées par des interstices de 3 mm.

Les derniers, enfin, sont formés de panneaux portant des lattes de bois dans le sens horizontal. Ces lattes, clouées sur un cadre, ont 2 cm. de large et sont encore espacées de 3 mm.

On ne possède malheureusement que peu de données précises sur la surface optimum de ces écrans en fonction du volume des viviers. Il semble cependant que dans certains cas elle représente, en valeur absolue, le 1/12 du volume pour l'écran d'entrée et le 1/10 environ

pour celui de sortie. C'est ainsi, par exemple, qu'un vivier de 25 m^3 aura des écrans dont les surfaces seront respectivement de 2 et 2,5 m^2.

Viviers de pont.

Dans le cas des viviers situés sur la plage arrière, et dont la hauteur ne dépasse pas 1,70 m., l'eau arrive également par le fond par une buse commandée par une tige manœuvrable du sommet du vivier, puis s'écoule par le sommet de l'angle opposé. Cette sortie

FIG. 5. — *Vue sur les viviers du pont arrière.*
(Photo Institut des Pêches. Maroc.)

s'effectue par une double cheminée dépassant le sommet du vivier à tribord et où l'eau monte, puis retombe en cascade par le conduit mitoyen. La hauteur de la cascade se règle par des planchettes qui séparent les deux conduits et dont le nombre détermine le niveau de l'eau dans l'hiloire.

Dans ces viviers l'écran de sortie est parfois placé parallèlement à la paroi verticale, au niveau de l'angle fait par la cheminée à l'intérieur du vivier.

Une trappe située à la base du conduit descendant de la cheminée, et manœuvrable du sommet par une commande à tige, permet une vidange rapide.

Une porte de 80 × 80 cm., boulonnée sur un joint en caoutchouc, se trouve également à la base de l'une des faces du vivier et permet le déchargement du thon dans la coursive au retour du bateau.

Des portes semblables existent aussi dans les viviers de cale. Elles permettent dans ce cas de faire passer le thon d'un compartiment dans l'autre et de l'amener, au moment du déchargement, dans ceux d'entre eux se trouvant sous les panneaux pratiqués dans le pont supérieur et par où passeront les bennes servant à l'enlèvement du poisson.

Circuit d'eau de mer.

L'eau de mer est puisée par deux crépines, situées près de la quille et le plus près possible du milieu du navire, dans la zone où la turbulence est la plus faible. Ces crépines sont montées sur un sabot qui les écarte de la coque et contribue à éviter toute entrée intempestive de bulles d'air.

Les pompes, placées juste au-dessus des prises à la mer, sont installées en arrière de la salle des machines ou dans le tunnel central. Elles sont au nombre de deux, chacune ayant

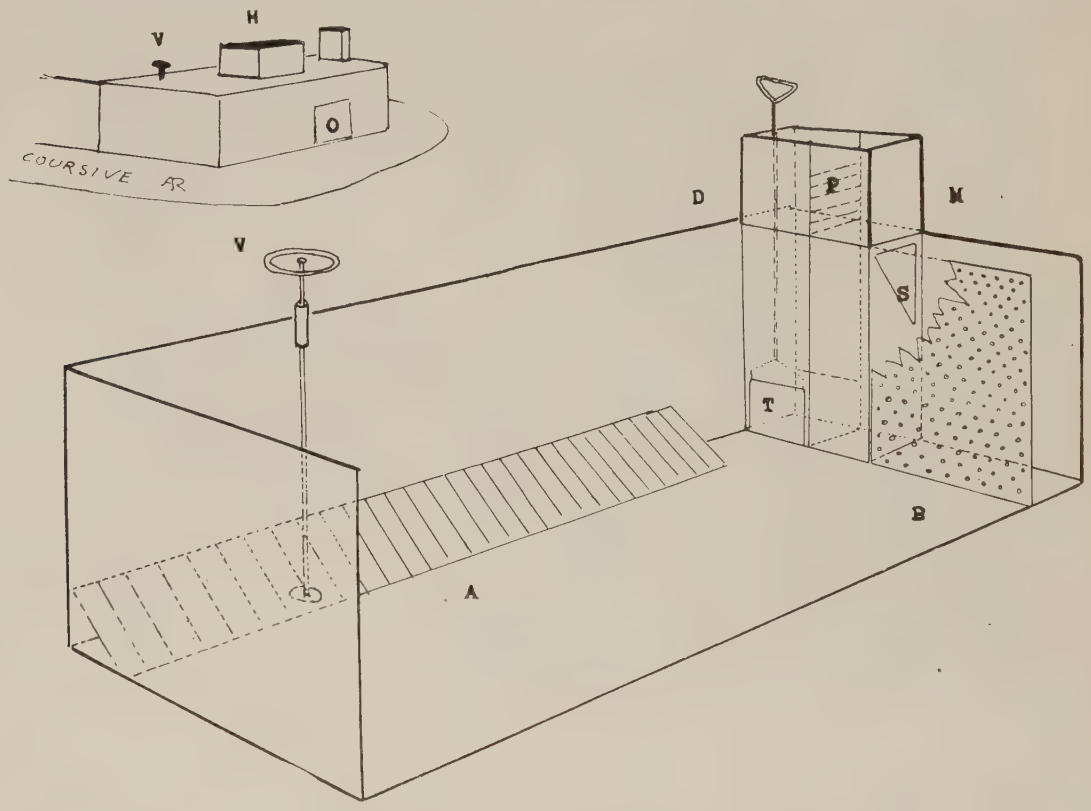


FIG. 6. — *Plan schématique d'un vivier de pont dont les faces supérieure et postérieure ont été enlevées.*

L'eau entre dans le vivier par l'ouverture de la vanne V et passe au travers de l'écran A. Elle ressort par l'écran B puis l'ouverture S pratiquée dans la partie ascendante M de la cheminée d'évacuation.

Le niveau de l'eau dans l'histoire H est déterminé par le nombre de planchettes P séparant ce conduit de la partie descendante D de la cheminée.

Une trappe T manœuvrée par une tige à poignée permet la vidange complète de l'eau.

L'ouvertue O permet le déchargement du thon dans la coursive.

(Les tuyaux de réfrigération qui tapissent les parois n'ont pas été représentés.)

un débit suffisant pour l'alimentation de la plupart des viviers. Une seule est donc ordinairement en route, la seconde ne servant qu'à pallier toute défaillance de celle en service ou à la seconder lorsque les viviers ont leur pleine charge d'appât. Elles sont parfois accompagnées d'une troisième pompe de secours.

Ces pompes sont du type à hélice et ont 25 cm. de diamètre. Dressées verticalement au-dessus de la crépine, elles sont mues par un moteur électrique de 20 CV placé à leur

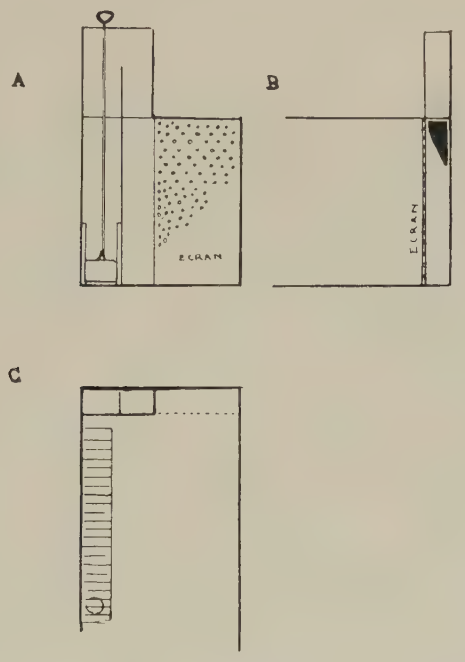


FIG. 7. — *Viviers de pont.*

A) *Vue intérieure d'une cheminée et écran de sortie d'eau.*

B) *Sortie de l'eau dans la cheminée entre l'écran et le fond du vivier.*

C) *Plan du fond d'un vivier.*

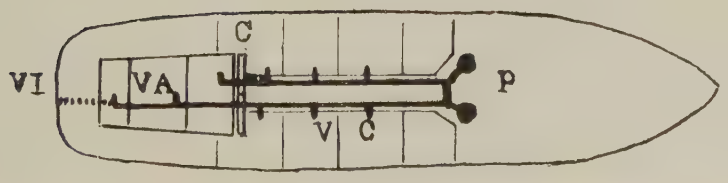


FIG. 8. — *Schéma de distribution de l'eau par les pompes des viviers (P) aux viviers de cale (VC) de pont arrière (VA) et aux viviers individuels dans la lisse (VI) ainsi qu'aux condenseurs (C).*

sommet et peuvent débiter près de 11.000 l./minute avec une dénivellation de 5 à 6 m. (Sur les grands « clippers » la taille des pompes atteint 35 cm. avec entraînement par un moteur de 50 CV.)

La question des pompes étant primordiale, le plus grand soin a été apporté dans leur choix. On recherche en effet à avoir des pompes permettant un renouvellement complet des

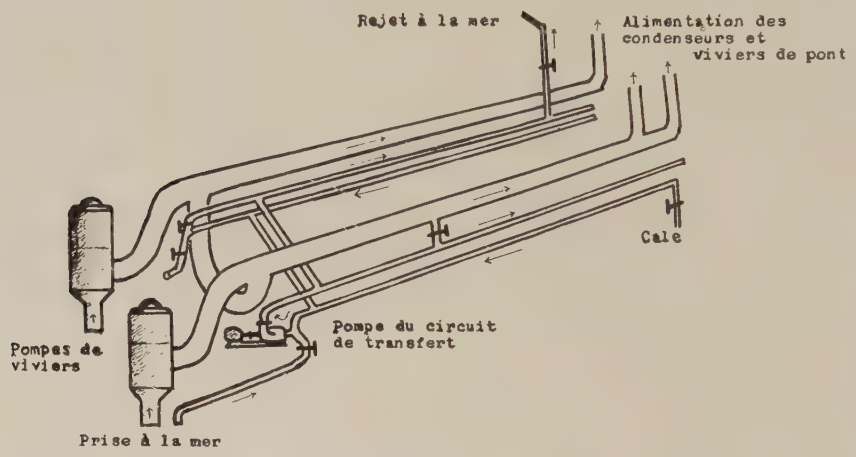


FIG. 9. — *Schéma du circuit de distribution d'eau de mer et du circuit de transfert.*

FIG. 10. — *Arrière de la Salle des Machines.*

Au premier plan, une pompe de viviers, en bas, à droite départ de la canalisation de refoulement de la seconde pompe.

(Photo Institut des Pêches. Maroc.)

viviers 5 à 7 fois par heure et souvent avec un coefficient de sécurité de deux. Par ailleurs, on utilise des pompes à hélice spécialement étudiées pour débiter de grands volumes d'eau

à régime constant sous une faible pression, les hautes pressions étant à éviter car elles peuvent entraîner une émulsion et une séparation des gaz dissous et en particulier de l'oxygène.

Par ailleurs, ces pompes sont robustes, s'amorcent automatiquement et ont un rendement mécanique élevé.

Chaque pompe refoule l'eau dans un conduit de 27 cm. de diamètre extérieur situé

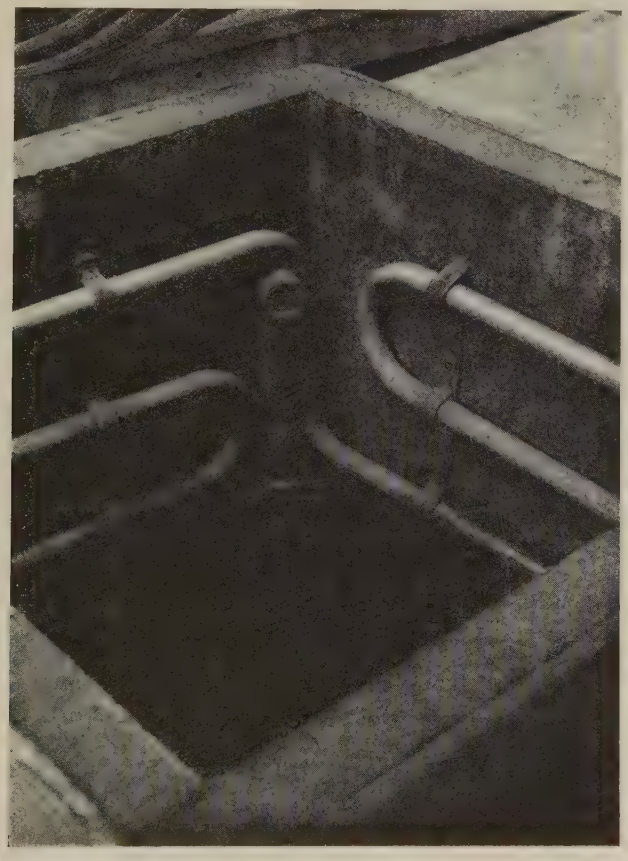


FIG. 11. — *Hiloire d'un vivier avec serpentins de réfrigération et en angle le déversement du circuit de saumure.*
(Photo Institut des Pêches. La Rochelle.)

sur chaque côté du tunnel. Un conduit d'intercommunication permet la distribution de l'eau dans tout le circuit par une seule pompe.

Chaque vivier est relié à ces canalisations principales par une prise de 14 cm. de diamètre munie d'une vanne. Ceux du pont sont également alimentés par une montée de 22 cm.

Installations frigorifiques.

La description des viviers ne saurait être complète si nous ne parlions des importantes installations frigorifiques qui s'y trouvent.

La congélation du thon s'effectuant dans un bain de saumure refroidie à — 12°, ces installations sont de deux sortes.

Tout d'abord les parois entières des puits à poisson, y compris celles de l'hiloire, sont revêtues de serpentins en acier galvanisé de 42 mm. de diamètre extérieur (32 intérieur) refroidis par détente directe d'ammoniaque. Ces tuyaux sont fixés par des crochets soudés

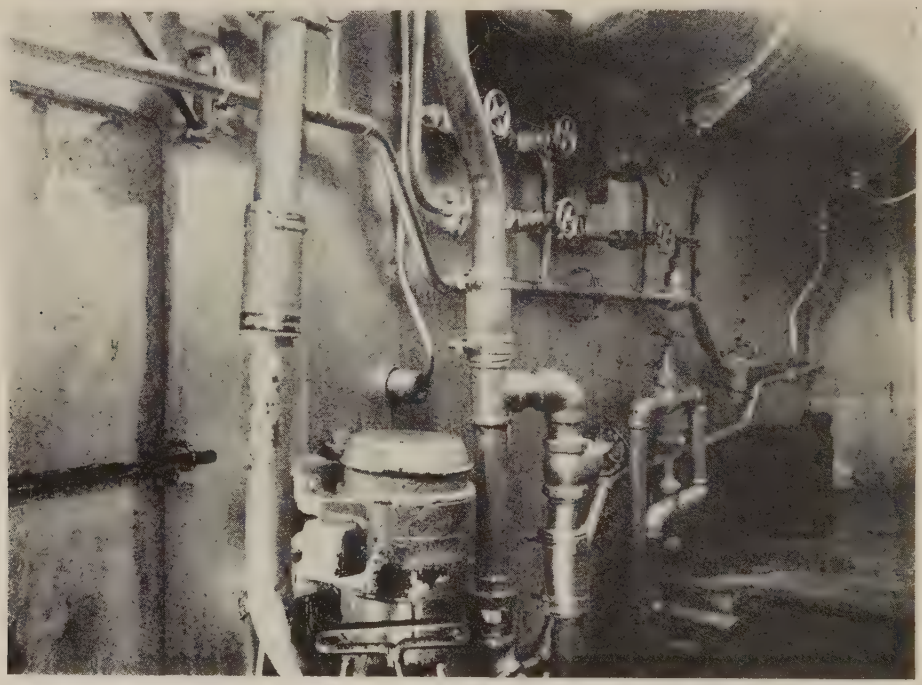


FIG. 12. — *A l'arrière du tunnel : au 1er plan, une pompe à saumure d'un vivier de pont, au-dessus, les vannes de détente de l'ammoniac des circuits de réfrigération de deux bacs, au plafond, le récupérateur.*

(Photo Institut des Pêches. Maroc.)

et sont espacés l'un de l'autre de 15 à 20 cm., ce qui leur donne une longueur de 250 à 300 m. pour un seul puits et, pour l'ensemble des compartiments, de 3 à 5 km., selon leur importance numérique.

Par ailleurs, une pompe assure la circulation de la saumure dans chaque vivier. Cette pompe de type centrifuge, de 5 cm., est actionnée par un moteur électrique de 2 CV. Située dans le tunnel, elle aspire la saumure à la base du vivier et la refoule dans un angle de l'hiloire par un tuyau de 60 mm. de diamètre extérieur dont l'extrémité se termine en coude. Dans ce coude, un élément de tuyau supplémentaire peut être adapté pour la mise en route de la pompe ; il sert à faire retomber la saumure dans l'axe même de l'hiloire.

Circuit de transfert.

Afin de permettre la vidange rapide du vivier et le rejet à la mer de l'eau ou de la saumure qu'il contient, ou encore pour transférer cette saumure d'un puits à un autre, il existe un circuit particulier d'intercommunication entre tous les compartiments à poisson.

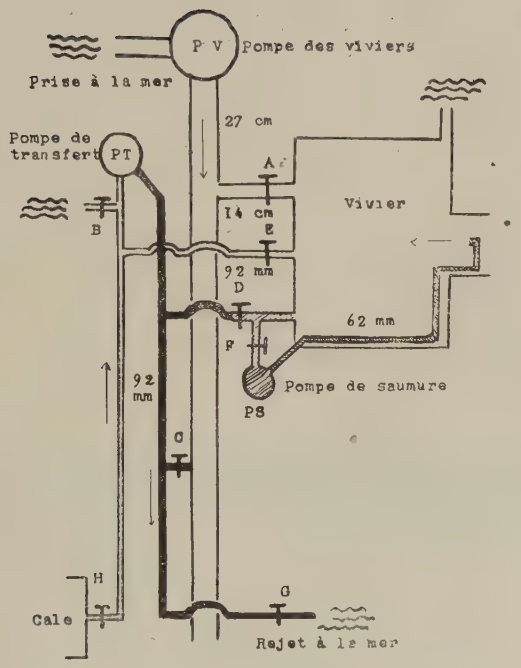


FIG. 13. — *Schéma de principe des canalisations alimentant un vivier.*

Lorsque le vivier est utilisé pour la conservation de l'appât, l'eau de mer puisée par la pompe PV est admise par la vanne A prise sur la canalisation centrale qui alimente également les viviers supérieurs et les condenseurs.

En cas d'avarie des pompes de viviers, la pompe de transfert PT peut alimenter la canalisation centrale par le jeu des vannes B et C.

Lorsque le vivier est utilisé pour la conservation du thon, la vanne A est fermée et la saumure peut être amenée d'un autre vivier par la vanne D grâce à la pompe de transfert. Inversement la saumure peut être enlevée par E.

Lorsque la saumure circule dans le vivier sous l'action de la pompe PS, les vannes A, E et D sont fermées et F ouverte.

La saumure peut être rejetée à la mer par le jeu des vannes E et G.

La pompe de transfert peut enfin servir de pompe de cale de secours par l'ouverture des vannes H et G.

(Les chiffres indiquent le diamètre extérieur des canalisations.)

Ce circuit est branché, pour les installations moyennes, sur une pompe centrifuge de transfert de 76 mm., mue par un moteur électrique de 5 CV. Il comporte un étage aspiration et un étage refoulement, tous deux constitués par des canalisations de 92 mm. de diamètre extérieur, avec embranchements commandés par des vannes à la base de chaque vivier.

Ce circuit peut également servir de pompe de cale de secours. Il peut aussi être utilisé comme pompe auxiliaire de vivier grâce à une prise à la mer et à un branchement sur le circuit de circulation d'eau.

VI. — EQUIPEMENT FRIGORIFIQUE ET PRATIQUE DE LA CONGELATION

Le système de réfrigération par compression de l'ammoniac et détente directe, est utilisé sur tous les « clippers » où le coût de l'installation représenterait environ 20 % du prix du navire.

Le système à absorption a été essayé sur quelques bateaux (surtout congélateurs de saumon), mais il nécessite des pompes de transfert de liquide et des ingénieurs qualifiés. Il

FIG. 14. — *Vue vers l'arrière du tunnel. En bas, à droite et à gauche, les canalisations de distribution de l'eau de mer. Sur les parois à gauche, le circuit de distribution de l'ammoniaque, à droite, le circuit d'aspiration.*

(Photo Institut des Pêches, Maroc.)

est cependant théoriquement moins cher comme installation, entretien et rendement à basse température ; les « clippers » préfèrent cependant le système à compression, jugé plus sûr et d'une conduite facile.

Les compresseurs sont au nombre de trois, de 140 mm. de diamètre et de 140 mm. de longueur de piston. Ils sont entraînés chacun par un moteur de 20 CV. Sur des bateaux

de plus fort tonnage leur nombre peut atteindre six, leur diamètre et leur longueur de piston 165 mm. Au total et selon les installations, ils sont capables de produire de 100.000 à 600.000 K. cal./heure.

Sur la « Yolande Bertin », le schéma général de l'installation est le suivant :

Les compresseurs sont placés côté bâbord, dans la chambre des machines située sur le pont. A leur sortie, une vanne les met en communication par un tuyau de 42 mm. de diamètre extérieur avec un collecteur général de 74 mm. qui, après passage dans un filtre, se

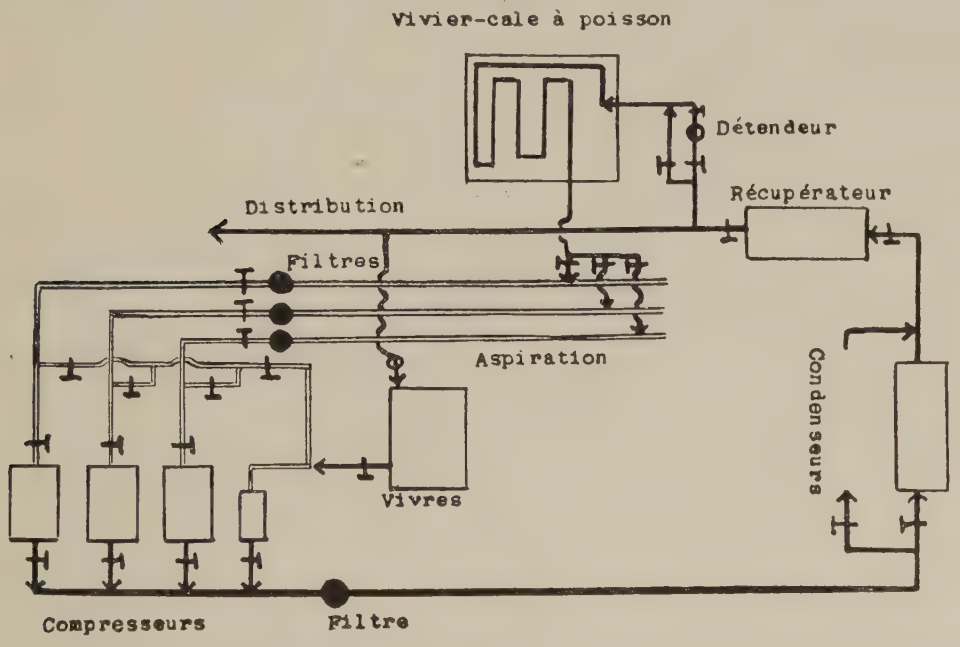


Fig. 15. — *Schéma de l'installation frigorifique.*

dirige vers deux condenseurs situés à l'avant des viviers de pont arrière. Là, la canalisation se divise en deux branches de 61 mm. de diamètre, munies de vannes, rejoignant le sommet de chacun des condenseurs.

Dans ces condenseurs en tôle, dont la base mesure 205 × 38.5 cm. et la hauteur 185 cm., le gaz chaud arrive par le haut et circule dans un serpentin où il se refroidit au contact de l'eau de mer arrivant par le bas, en sens contraire, par un tuyau de 116 mm. de diamètre. Ce circuit d'eau est alimenté par une pompe spéciale, ou est pris sur le circuit général des viviers. Ces condenseurs fonctionnent de façon satisfaisante, même avec de l'eau atteignant 30°. Ils ont une cloison amovible pour permettre le nettoyage des salissures qui s'y développent.

De la base des condenseurs l'ammoniac s'écoule par gravité par un tuyau de 43 mm. de diamètre extérieur dans un vaste récupérateur de 60 cm. de diamètre sur 3 m. de long, situé au plafond du tunnel central. Il en ressort par une canalisation de 34 mm. de diamètre fixée sur l'une des cloisons et d'où part, pour chaque compartiment, un tube de 23 mm. servant à l'admission de l'ammoniac dans les serpentins des viviers. Ce tube est muni d'un détendeur à soupape thermostatique, doublé lui-même d'un circuit avec valve réglable à la main en cas d'avarie du détendeur.

L'aspiration du gaz détendu se fait par un tube de 42 mm. situé sur la cloison opposée et pouvant être mis en communication avec l'un des trois circuits de retour de 61 mm. de diamètre extérieur, et dont chacun est maintenu à une pression d'aspiration donnée correspondant à une température déterminée.

Un jeu de vannes permet de brancher à volonté n'importe quel puits à poisson sur l'un quelconque des circuits d'aspiration, selon la température désirée. Ces circuits peuvent eux-mêmes être branchés sur un ou plusieurs compresseurs, selon la quantité de frigories demandée.

Un petit compresseur pour les besoins de la cuisine s'ajoute aux précédents, tandis qu'un

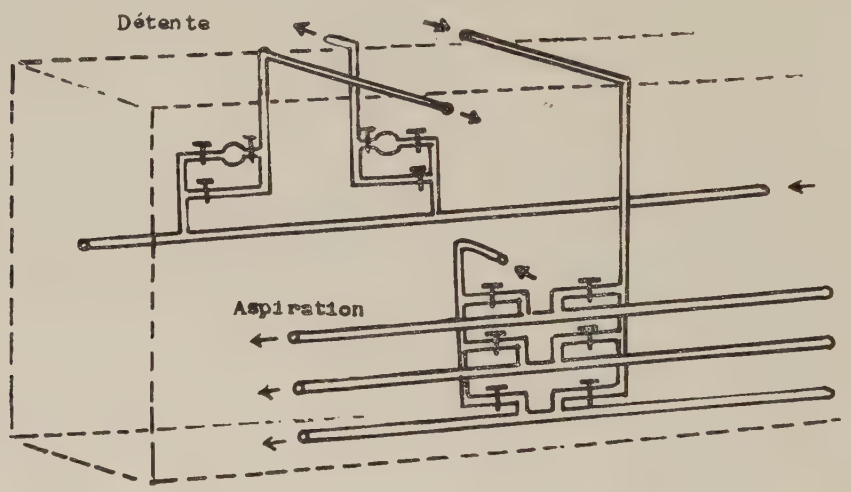


FIG. 16. — *Schéma des circuits frigorifiques pour deux bacs opposés de chaque côté du tunnel.*

compresseur de rechange est généralement gardé en réserve afin de pallier tout accident mécanique pouvant compromettre la bonne conservation d'une précieuse cargaison.

Pratique de la congélation.

La congélation du thon pêché à bord d'un « clipper » s'opère de la façon suivante.

Avant la pêche, le puits destiné à recevoir le poisson est rempli d'eau de mer, puis isolé. Le circuit de réfrigération est alors mis en route de façon à amener la température de l'eau vers — 2°, c'est-à-dire aussi près que possible de son point de congélation. Par ailleurs, la pompe de circulation de saumure se trouvant à la base de chaque puits est également mise en route et elle servira, en assurant la circulation interne de l'eau, à obtenir une répartition uniforme de la température du puits.

Un compartiment d'eau glacée doit toujours être disponible. Le thon pêché, après lavage au jet sur le pont, y sera précipité en vrac, non vidé, l'eau déplacée par le poisson s'écoulant par le trop-plein d'évacuation du vivier.

Lorsque le bac est plein on installe un caillebotis à la base de l'hiloire pour empêcher tout déplacement du thon au roulis, puis un panneau calorifugé pour assurer une fermeture étanche. Ce panneau est percé d'un trou par où l'on pourra introduire un thermomètre pour suivre l'évolution de la température du bac (des thermomètres de contrôle existent aussi dans le tunnel). Le thon pêché en eaux tropicales atteignant une température de 30°, il faudra

parfois un à deux jours pour que la cargaison soit uniformément refroidie à — 2° et le thon pourra rester à cette température cinq à six jours sans danger.

A ce moment seulement on ajoute du sel, à raison de 60 kg. par tonne de poisson, pour obtenir une saumure capable d'être refroidie jusqu'à — 12° C sans formation de cristaux de glace, ce qui correspond à une saumure d'environ 14° Baumé.

Le refroidissement du poisson est alors poussé entre — 7° et — 8° C et cette température est maintenue au moins pendant 48 heures pour assurer une congélation à cœur.

Après quoi, la saumure pourra être dirigée vers un autre bac par la canalisation de transfert. Elle y servira à la congélation d'une nouvelle cargaison, tandis que la première sera conservée à sec à la température de — 12°.

La même saumure peut ainsi congeler 100 à 200 t. de poisson et les chiffres suivants peuvent servir de base pour le remplissage des bacs :

Viviers de 25 m³

poids de thon	(en tonnes)	20	soit 800 kg/m³
— saumure	—	8,75	— 350 kg/m³
— sel	—	1,15	— 47 kg/m³

Par ailleurs, la gamme des températures utilisées pendant la congélation est de :

— 2° pour le refroidissement de l'eau,
— 7° pour la saumure,
— 12° pour la conservation à sec.

C'est une gamme qui détermine le réglage de la pression d'aspiration dans les trois circuits de retour vers les compresseurs à ammoniac. Selon les besoins, le bac est branché sur l'un ou l'autre de ces circuits.

Avant le débarquement du poisson, on rétablit une circulation d'eau dans les puits pour le déglacer le plus rapidement possible.

Cette technique de congélation appliquée sur tous les « clippers » permet de livrer aux usines du thon d'excellente qualité, bien que provenant de lieux de pêche éloignés.

La préréfrigération en eau glacée a l'avantage d'empêcher la pénétration du sel lors de la mise en saumure, le poisson se congelant instantanément en surface au contact de celle-ci. Enfin, ce thon peut être conservé à sec deux à trois mois sans rancissement notable.

Cependant, certains frigoristes préconisent l'utilisation d'une saumure plus concentrée (20 à 29 %) et une température de — 17° à — 20°. Ils estiment également que le stockage doit être fait à — 18° et de préférence en saumure si l'on veut une conservation de longue durée.

VII. — PECHE ET CONSERVATION DE L'APPAT

La capture de l'appât se fait dans le Pacifique, le long des côtes du Mexique ou de l'Amérique centrale, dans des endroits abrités et en eaux généralement peu profondes.

Elle se pratique à l'aide de trois embarcations particulières et de filets dont les caractéristiques peuvent varier selon les régions.

Embarcations.

L'ensemble, appelé « flotte moustique » (mosquito-fleet) comprend une puissante embarcation à moteur, une plate de senne et un canot à fond plat.

Sur la « Yolande Bertin », le canot à moteur mesure 5,5 m. de long et 2 m. de large. Il est doté d'un moteur à essence de 115 CV, lui donnant une vitesse d'environ 20 nœuds.

Il est équipé également d'un sondeur ultrasonore pour la détection de l'appât et d'un poste de radio pour lui permettre de rester en communication avec le « clipper ».

La plate de senne mesure 5,35 m. de long, 2 m. de large ; sa profondeur est d'environ 75 cm. ; le filet est disposé sur un plancher installé à 30 cm. du fond.

Le canot à fond plat est plus petit (3,65 m. de long). Il sert à maintenir l'extrémité du filet pendant sa calée et, cette opération terminée, à soutenir la ralingue des lièges du sac.

Filets.

En général, les « clippers » portent quatre ou cinq filets de trois à quatre types différents pour effectuer la capture de l'appât.

Pratiquement, tous les filets sont du type « lampara ». C'est-à-dire que leur fermeture

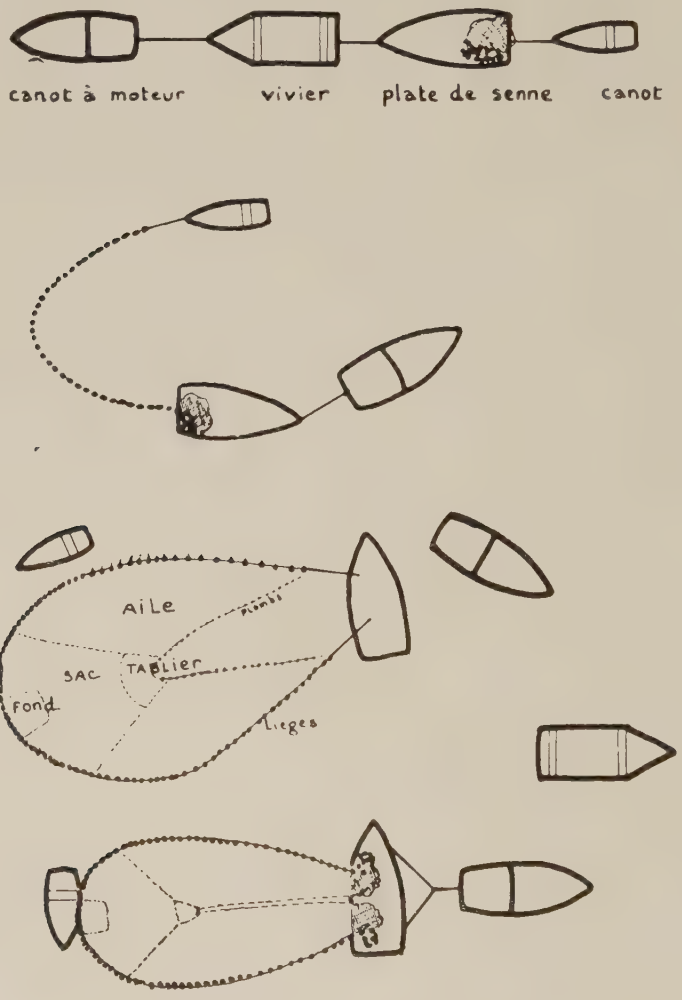


Fig. 17. — *Manœuvre d'une lampara.*

se fait par la seule tension de la ralingue inférieure des ailes, dont le grand maillage offre peu de résistance dans l'eau.

Ils mesurent de 150 à 250 m. de long et leur profondeur au centre est de 25 à 40 m. Cha-

que aile représente les 2/5 de la corde des lièges et est faite de mailles qui, étirées, mesurent de 200 à 130 mm. et diminuent graduellement pour ne plus mesurer que 15 mm au niveau du sac. Ce sac mesure le cinquième de la ralingue des lièges et il se termine à sa partie inférieure par une pièce de grandes mailles (tablier en plancher) dont le rôle est de faciliter la remontée du bas du filet et la fermeture de la ralingue inférieure. Le fond du sac, renforcé au niveau des lièges, servira à rassembler le poisson en fin d'opération.

Ces filets n'ont qu'un plomb et un liège tous les 30 à 40 cm. sur les ralingues inférieures et supérieures des ailes, ce nombre passant à 3, espacés de 15 cm. au niveau du sac. Ils s'utilisent sur les fonds peu importants de jour ou en pleine eau la nuit, lorsque la pêche se fait en recherchant la phosphorescence du poisson.

Un filet plus petit, n'ayant que 125 m. de long, 13 m. de profondeur et de très courtes ailes, est également utilisé en eaux peu profondes. Il est monté avec deux lièges et deux plombs tous les 30 cm. et a un maillage de 18 à 22 mm. (mailles étirées). Ce filet, qui est plus particulièrement utilisé en eaux claires et sur les petits fonds rocheux des îles Galapagos, est accompagné par un ou deux plongeurs, munis de casques de scaphandriers ou d'équipements de plongée autonomes, et dont le rôle consiste à faire passer la ralingue inférieure par dessus les cailloux pendant que l'on vire le filet.

Un autre type de filet est aussi utilisé, mais plus rarement, le « ring net ». Comme pour le lampara le sac y est médian mais sa fermeture est assurée par des anneaux et une coulisse.

Capture de l'appât.

La capture de l'appât se fait de la façon suivante : l'embarcation à moteur remorquant la plate de senne et le canot quitte le « clipper » et part à la recherche de l'appât. Un homme se tient debout à l'avant du canot à moteur en prenant appui sur un T métallique disposé à cet effet. Il observe la surface de l'eau tandis que le patron qui dirige l'embarcation observe le sondeur et se tient en relation avec le « clipper » où un homme dans le nid de pie recherche également la trace des bancs en surface.

Lorsqu'un banc est repéré, le canot, qui tient une aile du filet, est largué, et la plate de senne mouille rapidement l'engin et éventuellement un filin de prolongation si le cercle effectué est trop grand. Le filage terminé, la plate reprend le bout à bord du canot et hâle le plus rapidement possible les deux ailes. Pendant ce temps le canot va se mettre le long du sac pour y soutenir la ralingue des lièges, tandis que l'embarcation à moteur se place perpendiculairement à la plate qu'elle empêchera de venir sur le filet en la tirant vers l'extérieur grâce à une patte d'oie prise sur son travers.

Tant que la ralingue des plombs n'est pas à bord de la plate un homme cherche à empêcher le poisson de s'échapper, en plongeant et en agitant une chaîne dans l'entrebaillement des ailes.

Lorsque le poisson est rassemblé dans la poche il est directement transféré à bord du « clipper » s'il y a assez de fond pour que celui-ci s'approche. Sinon le poisson sera mis dans un vivier flottant puis amené, à très petite vitesse, vers le « clipper ».

Ce vivier flottant est un simple bâti en bois de forme rectangulaire avec un avant pointu. Pour une longueur totale de 5 m., il mesure 1,30 m. de haut, 2,80 m. de large, sa partie droite 3,40 m. et son côté avant 2,10 m. Le fond est rigide, maintenu par un revêtement de tôle tandis que les flancs sont, comme le fond, renforcés par des poutres en bois (7 × 7 cm.) et des cornières de fer. L'avant est plein, les côtés par contre sont percés de trous ou parfois

revêtus de filets. Les cinq faces de ce vivier peuvent se replier sur le fond afin de diminuer l'encombrement à bord du « clipper ».

Ces viviers sont au nombre de deux ou trois dont un est généralement monté. 1.500 kg. de poisson environ peuvent y être transportés. A son arrivée le long du bord, un homme saute dedans pour le fixer par l'intermédiaire de pattes de suspension à une fune qui sera virée progressivement au mât de charge. L'eau qu'il contient s'écoule ainsi peu à peu tandis que le poisson est transporté par une chaîne d'épuisettes dans les viviers du bord.

La recherche de l'appât se fait principalement de jour, mais elle peut également être

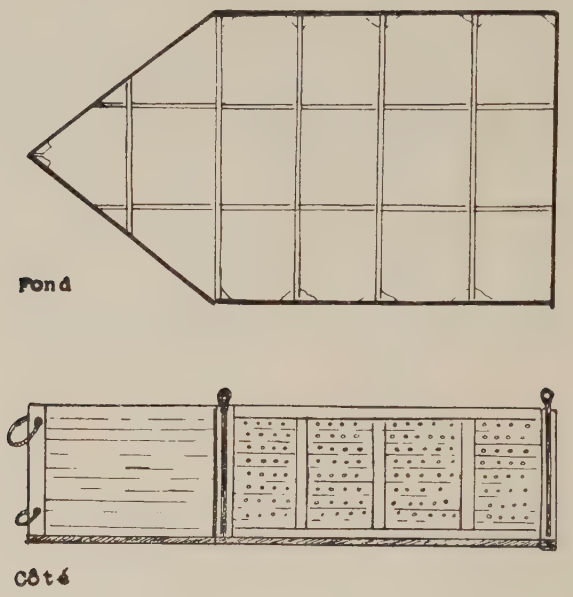


FIG. 18. — *Schémas d'un vivier flottant.*

tentée de nuit dans certaines conditions ; on recherchera la lueur phosphorescente créée par les bancs ou on cherchera à attirer le poisson par une source de lumière.

Dans ce second cas on dispose, bord au vent, ou à l'arrière du bateau s'il est au mouillage, une ou plusieurs fortes lampes électriques à peu de distance au-dessus de la surface de l'eau.

Si du poisson monte en quantité importante, et s'il peut convenir pour servir d'appât, on l'écarte doucement du bord en transportant la source de lumière sur une embarcation, puis on encercle le banc avec le lampara.

On a également essayé avec un certain succès de pêcher à la lumière en utilisant un vaste carrelet mouillé à l'arrière du bateau et muni de flancs pouvant être relevés rapidement. Cette méthode ne peut souvent procurer que de petites quantités d'appât et elle ne saurait remplacer la pêche au lampara. Elle a cependant donné de bons résultats dans le Golfe du Mexique.

Conservation de l'appât.

La charge d'appât que peut conserver dans de bonnes conditions un « clipper » est un des facteurs essentiels de sa réussite. C'est pourquoi le plus grand soin a été apporté à la construction des viviers et au système de renouvellement de l'eau.

La quantité d'appât que l'on peut mettre dans un volume donné se chiffre en « scoops » c'est-à-dire en épuisettes dont la capacité est généralement estimée entre 4,500 et 5,400 kg.

Une densité de 100 kg. de sardine par tonne d'eau semble normale mais, comme le renouvellement de l'eau est opéré six fois par heure, on arrive au chiffre plus exact d'un kg. de poisson dans 60 l./h.

Le système de renouvellement de l'eau du vivier a en effet une importance considérable puisque c'est l'apport d'eau fraîche qui remplace l'oxygène dissous, consommé par le poisson et que toute diminution de cet apport équivaut à une diminution de l'espace dans lequel il évolue. En règle générale il semble que pour pallier toute mortalité due à une baisse de la concentration en oxygène dissous, celle-ci ne doive pas tomber au-dessous de 3 cm^3 par litre.

Compte tenu de ces considérations, la charge de sardines vivantes que peut porter un

Fig. 19. — *Capture de l'appât.*

Transfert à l'aide du vivier flottant.

(Photo Institut des Pêches. La Rochelle.)

« clipper » comme « Yolande Bertin » est de l'ordre de 12 à 13 t. (et celle d'un grand thonier, de 20 à 25 t.).

Lorsque l'on fait le plein d'appât il arrive de ne pas en remplir d'un seul coup chaque vivier mais de le répartir dans tous les bacs et de n'en compléter le chargement que lorsque le poisson est adapté à son nouvel habitat et tourne régulièrement autour de l'axe vertical du vivier dont l'intérieur est éclairé par 2 lampes étanches : une fixée sur une paroi et l'autre pendue en son centre.

Les « clippers » ont d'ailleurs coutume de rester deux ou trois jours au mouillage avant de gagner les lieux de pêche afin d'être certains que l'appât est en bonne condition. Il existe en effet un maximum de mortalité dans les deux jours qui suivent sa mise en vivier et qui, en dehors du manque d'oxygène, est dû aux hémorragies internes causées par les chocs reçus au moment de la capture. Les hémorragies cérébrales, qui se traduisent par un saignement du museau, entraînent la mort dans les 24 heures, les hémorragies du foie ou de la rate au bout de quelques jours.

Passée cette période critique, le poisson se conserve bien, mais dans certains cas cependant, plusieurs semaines après la mise en vivier, des taches de couleur rouille peuvent apparaître sous la peau des poissons et entraîner une nouvelle crise de mortalité à la suite d'une affection du système vasculaire.

Les bulles d'air qui entrent dans le vivier peuvent aussi être une cause de mortalité en se collant sur les branchies, mais cet accident est rare.

Enfin le transfert du poisson dans une région où la température de l'eau est nettement plus élevée que dans les zones où il a coutume de vivre, peut entraîner sa mort massive.

La propreté des viviers est également importante, surtout au cours des premiers jours où le poisson mort coule au fond et s'y décompose rapidement. Le nettoyage se fait avec un tube en caoutchouc de fort diamètre faisant siphon et dont une extrémité est fixée au bout d'un bambou qui sert à lui faire atteindre le fond du vivier tandis que l'autre extrémité va se jeter à la mer.

La nourriture de l'appât ne doit pas être trop abondante. Il en trouve déjà une partie dans le plancton entraîné dans l'eau du bac et le reste lui est donné sous forme de thon haché, de farine de maïs et même de déchets de cuisine dont la distribution fait monter le poisson en masse compacte à la surface de l'eau. Un ou deux hommes sont spécialement préposés à la surveillance et à l'entretien de l'appât vivant dont la bonne conservation est capitale pour le succès d'une pêche qui, en eau tropicale, en nécessite une grande quantité. On estime en effet qu'il faut en moyenne un kg. d'appât pour capturer 10 kg. d'albacore ou de bonite à ventre rayé alors qu'en eau tempérée un kg. d'appât suffit pour prendre 60 kg. de germon.

10 à 20 % du temps passé par les « clippers » hors du port est ainsi occupé par la recherche de l'appât, 10 à 15 % étant pris dans les eaux de Californie ou du Mexique, le reste étant recherché dans les eaux tropicales de l'Amérique centrale ou des Galapagos.

Des études ont été entreprises au cours de ces dernières années pour mettre au point un produit synthétique, remplaçant l'appât vivant, en l'occurence un petit poisson en plastique poreux imprégné d'une substance attirant le thon, mais aucun résultat positif n'a été obtenu jusqu'ici.

Il convient de mentionner cependant qu'aux îles Hawaï l'élevage industriel d'une espèce aussi prolifique que le *Tilapia,* a permis d'utiliser les jeunes comme appât, ce poisson s'adaptant par ailleurs facilement à des eaux de salinité fort variable.

Manipulation de l'appât.

L'appât devant être transféré des viviers principaux dans les viviers arrière pour compenser celui jeté à la mer en cours de pêche pour attirer le thon, on utilise deux types d'engins pour sa capture et son transfert.

Pour la capture dans les grands viviers, on emploie une sorte de grand haveneau formé par deux bambous de 3 m. écartés de 1,60 m. à leur partie supérieure (20 cm. de plus que

la largeur de l'hiloire). Entre les bambous, et sur les 3/4 de leur longueur, est tendue une nappe de filet de faible maillage (environ 18 mm. étiré) en fil de 8/10 à 10/10 dont la partie inférieure élargie est montée sur une longue ralingue de 7 mm., servant à fermer, par une coulisse, l'extrémité du filet.

Pour capturer l'appât nageant circulairement dans le vivier, un homme plonge verticalement les deux bambous puis les relève tandis qu'un autre, placé en face de lui, tire sur la ralingue du fond qui forme poche et remonte une certaine quantité d'appât. Pour faciliter la capture du poisson on peut le faire monter à la surface en lui jetant un peu de nourriture.

L'appât ainsi rassemblé est transporté dans les viviers arrière à l'aide de grandes épuisettes de 35 cm. de diamètre munies d'un manche de 1,80 m.

Dans ces viviers le poisson est récolté de temps à autre en cours de pêche avec un haveneau du même type que le premier décrit mais de plus petite taille. Il est ensuite pris par groupe, 10 ou 15 individus à la fois, à l'aide d'une petite épuisette à manche court (45 cm.) et dont le cercle mesure 25 cm. de diamètre. Sans arrêt pendant toute la pêche, l'appât sera jeté à la mer, par dessus la tête des pêcheurs et à une cadence plus ou moins rapide selon le comportement du thon.

VIII. — INSTALLATIONS ET ENGINS POUR LA PECHE DU THON

Sur les « clippers », la pêche du thon s'effectue sur des balcons en acier situés à l'extérieur de la plage arrière au niveau du pont.

Ces balcons, au nombre de 11 à 12, sont disposés de la façon suivante : 4 à bâbord, 3 à l'arrière et un ou deux à tribord, avec généralement deux balcons arrondis entre les balcons latéraux et ceux directement situés à l'arrière de façon à former un ensemble continu à l'extérieur du « clipper ».

Cette inégalité dans la distribution des balcons, vient de ce que le déversement des viviers du pont arrière se fait à tribord et que le violent remous ainsi créé gêne les pêcheurs.

Sur la « Yolande Bertin » les balcons droits ont 1,65 m. de long ; les balcons d'angle ont une courbure extérieure de 2,45 m ; leur largeur est de 75 cm. Ils sont limités à l'extérieur par une rampe de 42 mm. de diamètre placée à 46 cm. au-dessus du plancher et qui sert d'appui au genou des pêcheurs. Fixés par une articulation à la base du pavois, ils sont maintenus en place par une chaîne et peuvent être ramenés verticalement de façon que leur rampe vienne se loger sur la lisse. De construction robuste, ces balcons ont leur plancher entièrement constitué par des baguettes de 13 mm. de diamètre, striées en surface pour permettre une bonne adhérence des bottes. La pêche se pratiquant au ras de l'eau, et les hommes pouvant avec le roulis se trouver brusquement immergés jusqu'aux cuisses, cette structure permet d'offrir à l'eau le moins de résistance possible.

Les balcons permettent aux pêcheurs de lancer leur hameçon aussi loin que possible de la coque dont le thon se tient souvent écarté. Ils permettent également de lancer les captures dans la coursive ainsi libérée derrière eux, sans être gênés par le poisson qui s'y accumule rapidement. Lorsque les requins se mélangent à la pêche cette disposition prend toute sa valeur. Cette coursive a une largeur de 1,50 m. sur les côtés et atteint 1,90 m. à l'arrière.

Quant à la hauteur de la lisse, elle est de 85 cm., avec une largeur de 15 cm.

Ces dimensions sont importantes car elles répondent à certaines nécessités parfaitement définies. Il faut en effet stocker le plus de poisson possible dans la coursive, avant d'être obligé de stopper la pêche pour le transporter vers les puits à poisson.

Le balcon doit être aussi près que possible de l'eau afin que le pêcheur puisse tirer sur sa canne sans risquer de perdre l'équilibre.

La lisse doit être à une hauteur telle qu'à un homme de taille moyenne elle donne le meilleur appui lorsqu'il se courbe en arrière pour ramener le thon.

Par ailleurs, la garde extérieure du balcon, souvent enrobée de caoutchouc, doit être elle-même à une hauteur donnant le meilleur appui à la base du genou (46 cm.).

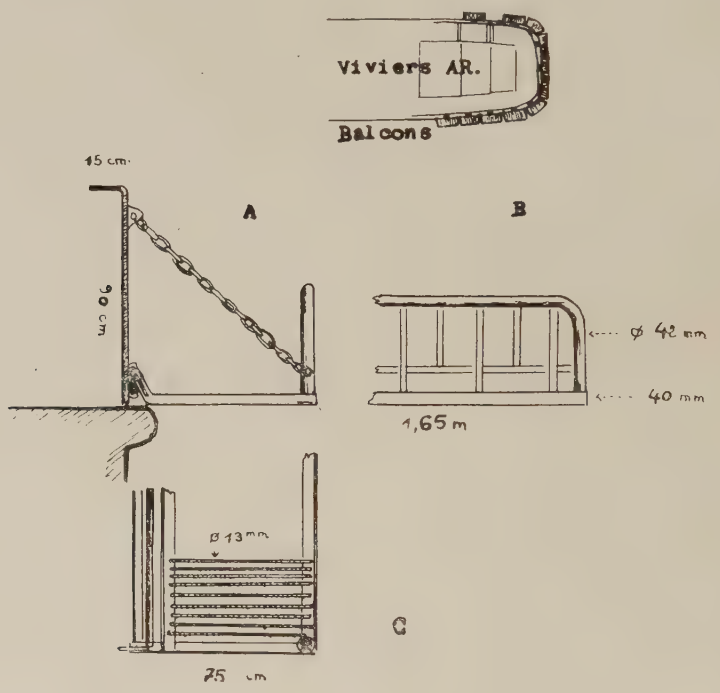


FIG. 20. — *Schémas d'un balcon droit.*
A. côté, B. face, C. fond.

Complétant cette installation, une ouverture pratiquée dans la lisse donne accès à un petit vivier individuel de 31 × 21 × 15 cm. alimenté en eau courante et où chaque pêcheur garde une petite provision d'appât pour boëtter sa ligne.

Une seconde canalisation située à 50 cm. au-dessus du pont alimente une série de jets d'eau dont les embouchures, placées entre chaque balcon, servent à arroser la surface de la mer pendant la pêche. (Cette installation qui existe sur tous les bateaux est utilisée principalement, comme au Japon, à la pêche de la bonite à ventre rayé).

Ces canalisations sont alimentées par le circuit d'eau des viviers.

Cannes.

Les cannes sont en fort bambou du Japon. Leur diamètre varie de 18 à 22 mm. à l'extrémité et de 42 à 48 mm. à la base. Deux tailles sont utilisées : 1,75 m. et 3,20 m. environ. En haut de la canne deux surliures maintiennent une boucle d'empile d'une douzaine de cm. en coton de 8 mm. de diamètre.

La ligne est prise sur cette boucle par un nœud d'écoute double. Elle mesure 1,10 m. à 1,30 m., est en chanvre à trois torons et a 5 mm. de diamètre. Elle se termine par un robuste émerillon sur lequel est fixé un porte avançon de 6 cm. en laiton de 25/10. Cette pièce forme un axe central terminé par une boucle dont l'extrémité libre remonte autour de l'axe en formant trois spires lâches.

Les avançons qui sont en fil d'acier s'y fixent facilement par une boucle et peuvent être changés très rapidement en cours de pêche selon les besoins. Ils sont formés de deux parties distinctes : une de 40 cm. côté émerillon et une de 12 cm. côté hameçon, tous les raccords,

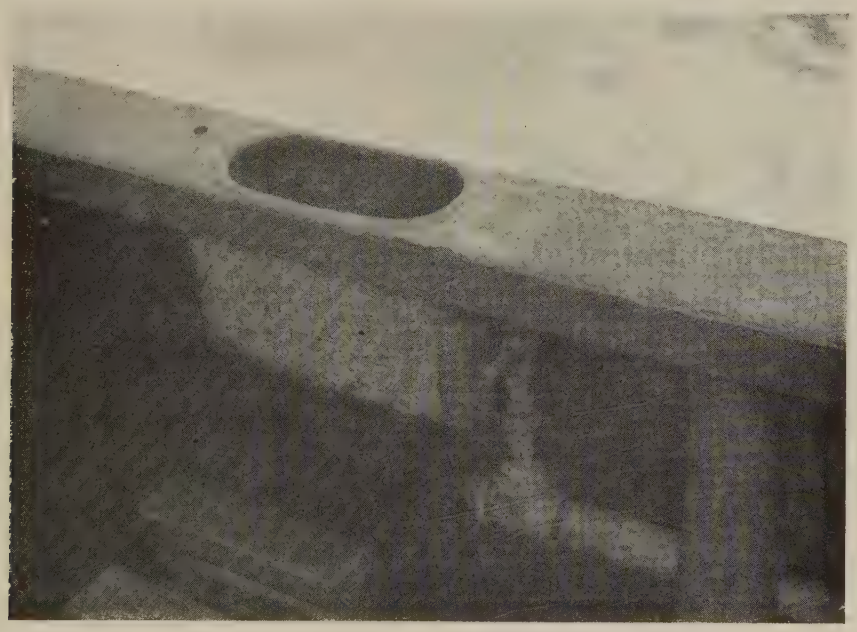


FIG. 21. — *Petit vivier individuel de pêche situé dans la lisse.*
(Photo Institut des Pêches. La Rochelle.)

y compris celui avec l'hameçon, étant constitués par des boucles qui donnent à l'ensemble une grande mobilité malgré la rigidité du fil.

Celui-ci est en acier inoxydable d'un diamètre allant de 9/10 à 15/10 selon le numéro de l'hameçon qui le termine.

Hameçons.

Chaque pêcheur a à sa disposition un certain nombre d'hameçons montés, de taille variable et de deux types distincts :

1° Le premier a une hampe plombée avec attache latérale, boucle ouverte et pointe sans ardillon. Il est monté avec une garniture de plumes blanches ou colorées et de fils de nylon servant de leurre et est utilisé de préférence par les pêcheurs si le thon est « chaud » car il permet une grande cadence de captures.

2° Le second type d'hameçon est à hampe droite avec chas, boucle plus coudée et pointe sans ardillon. Cet hameçon qui nécessite une sardine comme boëtte n'est utilisé que lorsque

le thon est peu « chaud » et dédaigne l'hameçon à plumes. Dans ce cas, la cadence des captures est considérablement ralentie.

Utilisation des cannes.

Selon le poids des poissons, la pêche s'effectue avec une ou plusieurs cannes pour un seul hameçon.

1 canne	.....	poisson jusqu'à 12 kg.
2 cannes	.....	— de 12 à 28 kg.
3 —	.....	— de 28 à 42 kg.
4 —	.....	— de plus de 42 kg.

L'équipement de pêche est complété par un petit tablier en cuir épais de 4 mm. maintenu

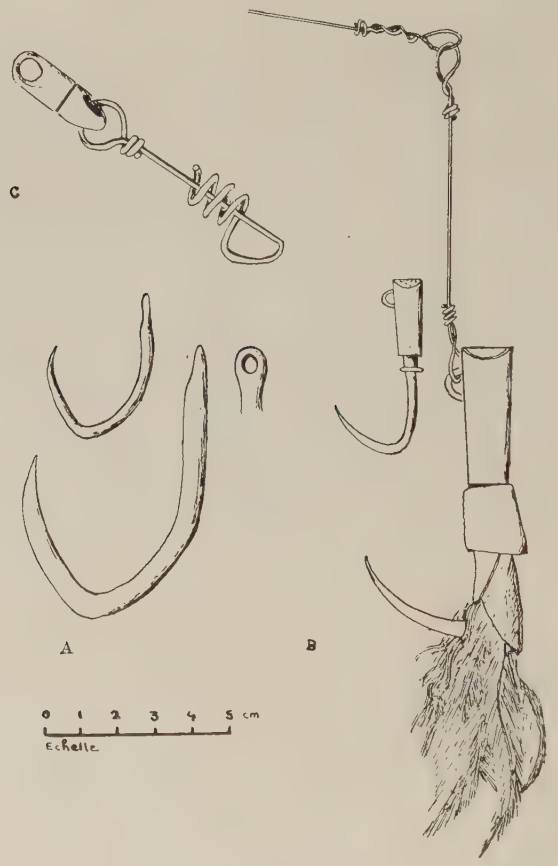


FIG. 22. — *Types d'hameçons utilisés.*

A. ordinaire, B. à plumes.

C. émerillon porte avançon.

à la taille par une ceinture et portant au centre un U profond de 6 cm. où repose l'extrémité de la canne.

Parfois les hommes se défendent du choc des hameçons en utilisant de vieux casques de l'armée dont la visière débordante est une protection pour les yeux.

Tout ce matériel, en dehors des heures de pêche, est placé à l'abri du soleil sous le toit des viviers arrière.

IX. — LA PECHE DU THON

Généralement les « clippers » recherchent l'albacore là où le sondeur indique la ligne des 200 m., près du bord du plateau continental. Quelques bateaux (10 % de la flotte) utilisent un petit hydravion embarqué sur le toit des viviers arrière.

Pendant cette recherche, deux ou trois lignes de traîne sont filées à l'arrière, tandis qu'un ou deux hommes se tiennent dans le nid de pie et qu'une équipe veille à la passerelle.

Tout l'équipage étant ainsi en éveil, la pêche pourra être tentée si des touches ont lieu sur les lignes de traîne mais de préférence si des bancs sont détectés à vue. Le plus souvent

FIG. 23. — *Tablier de pêche.*
(Photo Institut des Pêches, La Rochelle.)

on se décidera dès le saut d'un thon hors de l'eau, un frémissement visible à la surface, ou encore l'apparition du bouillonnement des thons en chasse poursuivant un banc de petits poissons qui sautent affolés hors de l'eau, tandis que des oiseaux survolent la scène et plongent sans arrêt.

Chaque fois le « clipper » se dirige à toute allure vers le banc pour l'intercepter, mais il ne stoppe que si le thon est jugé d'une taille ou d'une espèce convenable. En eaux tropicales en effet on trouve très souvent un mélange de bancs d'albacores et de bonites à ventre rayé et la pêche se fait de préférence aux dépens de la première espèce qui est d'un meilleur profit, et sur des poissons pesant de 3,400 kg. à 68 kg. (taille marchande).

Dès que le « clipper » est arrêté à l'endroit où le thon a été repéré, on commence à appâter, généralement poisson par poisson, chacun guettant anxieusement le remous que fera le thon en se jetant sur sa proie. Mais bien souvent rien ne se produit et le bateau, remettant en route, ira chercher fortune un peu plus loin.

Quand un banc est enfin intercepté avec succès, la pêche se fait avec une ou plusieurs cannes, selon le poids des thons qui composent ce banc.

Lorsque le poisson est « chaud » et mord bien, les pêcheurs surexcités travaillent sans relâche et les thons s'accumulent rapidement dans la coursive. Dans ce cas la pêche peut atteindre facilement 10 à 20 t. en une heure, le record actuel étant de 90 t. en une seule journée et de 225 t. en une semaine.

Ces pêches impressionnantes ne sont cependant pas le fait de tous les jours et il arrive souvent que le poisson, bien qu'attiré par l'appât, ne morde pas ou ne se laisse prendre

Fig. 24. — *Scène de pêche.*

(Photo Institut des Pêches, Maroc.)

qu'avec difficulté. Dans ce cas l'hameçon à plumes est abandonné au profit de l'hameçon ordinaire que l'on boëtte avec des poissons vivants dont les pêcheurs ont une petite réserve derrière eux, dans les viviers individuels installés dans la lisse.

Ce type de pêche est nettement moins rapide que le précédent : d'abord parce que le poisson est difficile et ne mord pas facilement, et d'autre part, par suite du temps perdu pour remplacer l'appât. Aussi ne l'utilise-t-on que lorsque le poisson « boude » et reste sous le bateau, ou tourne autour de lui en profondeur et ne remonte qu'isolément en surface.

Une fois la pêche terminée, ou en cours d'opération si la pêche se prolonge trop long-

temps, le thon est mis en eau glacée, non vidé, après avoir été lavé au jet. A cet effet on utilise souvent pour son transport vers le puits, où il sera stocké, une gouttière inclinée où le thon glisse entraîné par un courant d'eau, ce qui facilite la manipulation et permet de dégager rapidement les coursives pour une nouvelle pêche.

X. — IMPORTANCE ET RENDEMENT DE LA PECHE A L'APPAT VIVANT DANS LE PACIFIQUE

Importance.

L'importance de la pêche à l'appât vivant ne saurait être mise en doute.

Aux Etats-Unis on estime qu'on lui est redevable de 70 % au moins des apports de thons de toutes espèces pris dans le Pacifique Est par la flotte californienne et qui en 1951 s'élevaient à 139.000 t., représentant 32 % de la production mondiale.

Sur ce total, 80 % environ sont constitués par des thons tropicaux, ce qui indique bien que le développement de la pêche n'a pu se faire qu'en quittant délibérément la zone des eaux tempérées.

Voici, à titre d'exemple, le pourcentage moyen de distribution des espèces dans les apports de la période 1927-1947 :

Albacore	58,5 %
Bonite à ventre rayé	24,4 %
Thon rouge	11,6 %
Germon	5,5 %

Ces chiffres montrent nettement que le germon ne joue qu'un rôle insignifiant dans les apports, son abondance étant par ailleurs sujette à de grandes fluctuations d'une année à l'autre, comme nous le constatons également en Atlantique.

Les deux premières espèces (albacore et bonite à ventre rayé) constituent par contre le fond même de la pêche : elles représentaient 102.000 t. en 1951.

Rendement.

Il est difficile de se faire une idée exacte du rendement par bateau, car les apports individuels des « clippers » doivent être considérés en fonction du temps passé en mer, qui représente tout à la fois le temps consacré au trajet aller-retour, à la capture de l'appât et à la pêche proprement dite.

C'est ainsi qu'en 1951 la flotte des « tuna clippers » a dû se procurer approximativement 11.440 t. d'appât et la facilité avec laquelle cet appât peut être collecté varie selon les régions et les années, et influence directement le rendement de la pêche. Par ailleurs, la capacité de transport des bateaux joue également un rôle important et il est évident que pour un même lieu de pêche, un « baby clipper » devra passer deux fois plus de temps en route aller et retour pour livrer sa pêche qu'un « clipper » ayant un espace frigorifique double. Sur des voyages de plusieurs milliers de milles, la capacité de transport jouera donc un rôle de la plus grande importance dans le rendement calculé par jour d'absence.

La taille des « clippers » enfin jouera également dans le rendement de la pêche, les plus grandes unités étant capables de transporter de plus grandes quantités d'appât et de suivre le poisson selon la saison sur les lieux de pêche les plus éloignés.

C'est ce qui explique la tendance actuelle à construire des unités de fort tonnage capables de tenir la mer plusieurs mois, tendance d'ailleurs freinée par les pêcheurs, qui ne veulent pas partir pour des voyages de plus de trois mois.

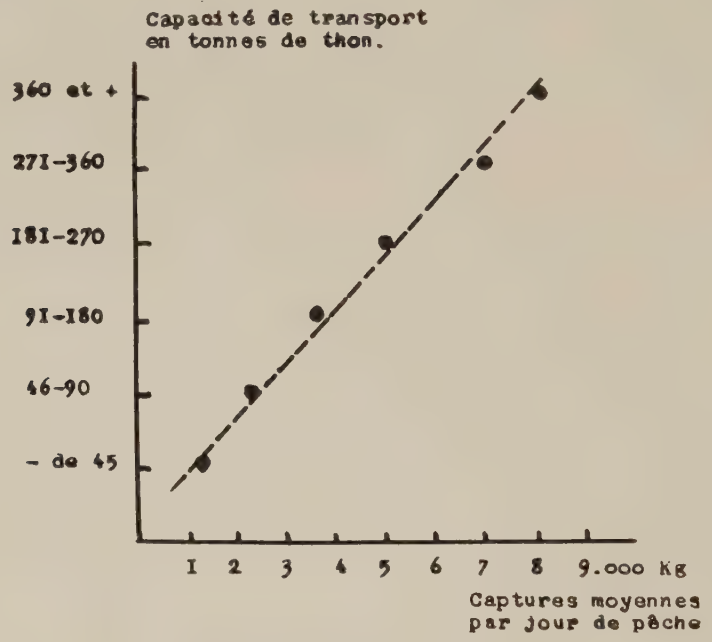


FIG. 25. — *Rendement de la pêche selon l'importance des clippers.* (*D'après* SCHAEFFER, *Inter American Trop. Tuna Comm. Ann. Rept.* 1953, *p.* 24.)

Voici, à titre d'exemple, le rendement approximatif moyen exprimé en kg. par jour de pêche effective pour des bateaux de différentes capacités de transport (moyenne des années 1951-53). On remarquera que le taux de capture est nettement influencé par la taille du « clipper » et augmente proportionnellement à celle-ci.

CAPTURES PAR JOUR DE PÊCHE (KG.)			
CAPACITÉ EN POISSON DES « CLIPPERS »	ALBACORE	BONITE A VENTRE RAYÉ	TOTAL
+ de 45 t.	450	830	1.280
de 46 à 90 t.	1.100	1.200	2.300
91 à 180 t.	2.100	1.570	3.670
181 à 270 t.	3.100	1.900	5.000
211 à 360 t.	4.170	2.770	6.940
360 et + t.	4.970	3.070	8.040

Si l'on passe au taux de capture par jour d'absence du port, on obtient des chiffres différents mais que nous n'avons malheureusement pu nous procurer en fonction de la taille des « clippers », les calculs ayant été effectués pour des unités de 180 à 270 t. de capacité.

Ces chiffres sont cependant d'un grand intérêt, car ils montrent que depuis 1935 le rendement par jour d'absence est passé de 3,6 t. en 1935 à 3,3 t. en 1940, puis à 3,2 t. en 1945 pour tomber à 2,6 t. en 1950.

Pour un « clipper » pouvant porter 220 t. il faut donc actuellement dans le Pacifique près de deux mois et demi à trois mois pour faire une cargaison, ce qui représente six à sept semaines de pêche.

Une autre statistique indique que pour une flotte de 19.124 tonneaux de jauge brute en 1940 les apports étaient de 76.500 t. de thon et qu'en 1947 pour 36.280 tonneaux ils n'étaient que de 90.900 t. Ceci revient à dire qu'un tonneau de jauge brute rapportait 4 t. de thon en 1940 et 2,5 t. seulement en 1947.

Il semble donc établi, pour le thon comme pour les autres poissons de grande pêche, que si l'augmentation de l'effort de pêche se traduit par une augmentation des captures, elle s'accompagne aussi d'une baisse du rendement par unité. Là, comme ailleurs, la notion d'équilibre s'impose et doit être recherchée.

Difficultés actuelles.

La flotte californienne, depuis la fin de la seconde guerre mondiale, éprouve de grandes difficultés à se procurer l'appât vivant.

Les pays d'Amérique latine, dans les eaux territoriales desquels les « clippers » récoltent la plus grande partie de leur appât, ont en effet pris un certain nombre de mesures pour y interdire complètement la pêche ou ne l'autoriser que dans certaines conditions ou après l'obtention d'une licence. Certains ont même étendu leurs prétentions territoriales à neuf ou douze milles ou plus, ce qui entraîne des conflits et des saisies de bateaux, et crée une gêne pour la pêche du thon elle-même dans certaines zones.

Il s'ensuit qu'actuellement la pêche à l'appât vivant est considérablement gênée et qu'un effort est fait pour la développer ou même la transporter en partie dans de nouvelles zones peu ou pas exploitées.

Des prospections ont été effectuées dans l'est et le centre du Pacifique, ainsi qu'en Atlantique, et en particulier dans le golfe du Mexique et en mer des Caraïbes où des stocks importants de plusieurs espèces de thons ont été décelés. On a même cherché la possibilité de créer une pêche aux palangres flottantes sur le mode japonais et des essais sont en cours qui ont déjà donné des résultats intéressants.

Ces difficultés montrent la grande faiblesse d'une pêche qui, pour s'exercer, repose entièrement sur le sort d'une pêche connexe dont le succès dépend de facteurs tant biogéographiques que politiques.

Il y a là un problème extrêmement important pour des bateaux qui, nous l'avons vu, sont spécialisés à l'extrême et difficilement reconvertibles.

On peut dire qu'un phénomène du même ordre s'est produit en France au moment de la motorisation de la flotte, où des facteurs, économiques cette fois, ont condamné sans recours les bateaux spécialisés qu'étaient nos thoniers à voile.

Or, il est certain qu'un mouvement se dessine chez nous pour l'adoption d'une formule de thoniers à moteur spécialisés et d'un tonnage important, ce qui pose en même temps le problème des lieux de pêche tant pour l'appât que pour le thon.

XI. — PREMIERS ESSAIS DE PECHE AU THON TROPICAL PAR DES THONIERS FRANÇAIS DE DIVERS TYPES

La pêche des thons tropicaux, telle qu'elle est pratiquée en Amérique, peut-elle se développer en France ?

A cette question il convient de répondre aussitôt qu'*a priori* notre pays est géographiquement mal placé puisque le port de San Diego en Californie se trouve par 33° de latitude Nord, c'est-à-dire à la même latitude que Casablanca, ce qui situe tous les ports atlantiques de la métropole à plus de 900 milles au Nord.

Pour atteindre la région du Cap Vert il faut neuf à dix jours de mer et un tel voyage ne se justifie que pour un « clipper » capable de livrer en France au moins 200 t. de thon. D'après les chiffres cités plus haut, une telle campagne représenterait théoriquement deux mois d'absence comportant vingt jours de route, dix jours pour la recherche de l'appât et trente pour la pêche proprement dite, tout ceci supposant par ailleurs une capture facile de l'appât et une bonne connaissance des lieux de pêche.

Toutes ces considérations militent, nous semble-t-il, en faveur de bateaux de fort tonnage capables d'affronter sans danger un retour à pleine charge dans les mers souvent mauvaises de nos régions.

C'est un point capital, puisque chacun sait que la stabilité des « clippers » est, par suite de leur conception même, loin d'être satisfaisante.

Il y a donc là un problème qu'il conviendra d'étudier avec soin si une industrie de grande pêche thonière devait un jour se développer à partir des ports métropolitains.

Il n'en est évidemment pas de même si l'on adopte la solution de bases établies dans les territoires d'outre-mer. C'est cette seconde solution qui est actuellement tentée en Afrique, où plusieurs formules ont été mises à l'essai.

La pêche de l'albacore a en effet été entreprise à partir de Dakar depuis 1954 par des bateaux de faible tonnage comme le « Danton » et l' « Alegera » (M. Badiola), la « Perle de l'aube » (M. Kerouedan), l' « Emeraude » (M. Nockin) ou la « Marcelle Yveline » (M. Le Loch), tous bateaux de 14 à 21 m. réussissant à faire l'appât nécessaire pour une sortie (environ 200 kg.) à l'intérieur même du port et y entreposant leur pêche au frigorifique.

Un nouveau stade doit être franchi cette année avec trois bateaux de Saint-Jean-de-Luz (« Curlinka », « Bixintxo » et « Izurdea ») longs de 24 m., capables de porter 35 t. de thon et dont l'essai sera d'un grand intérêt par suite de leur plus grande capacité en appât vivant (plus d'une tonne) (1).

Enfin nous en venons à l'essai du « tuna boat » « Yolande Bertin », dont le rayon d'action et la grande capacité de pêche permettent une exploitation à une échelle comparable à celle pratiquée seulement jusqu'ici dans le Pacifique.

Ayant eu l'occasion de faire une campagne à bord de ce bateau, grâce à l'aimable invitation de M. Bertin, nous relaterons ce que nous avons pu voir à l'occasion de ce voyage, ce qui illustrera les difficultés rencontrées et surmontées maintenant en partie par un navire de ce type sur nos côtes africaines.

---

(1) Cette expérience, à laquelle se rattache celle de trois autres thoniers bretons, peut être considérée, au moment où ce travail est mis sous presse, comme couronnée de succès, chacun des trois « baby-clippera » basques ayant capturé en moyenne plus de 130 t. de thon en deux mois et ayant pu faire l'appât sans difficulté.

XII. — UNE DES PREMIERES CAMPAGNES DU « YOLANDE-BERTIN »

La « Yolande Bertin » avait quitté Panama en avril 1954 et, après avoir traversé l'Atlantique et touché Las Palmas, puis Casablanca, tentait alors de résoudre les multiples problèmes posés à un navire battant pavillon du Honduras, armé avec un équipage canarien et essayant de trouver le thon, et l'appât nécessaire à sa pêche, le long des 1.300 milles d'une côte dont les eaux territoriales relèvent de juridictions diverses.

En trois mois la « Yolande Bertin » n'avait réussi qu'une pêche de 50 t. en deux jours à la fin du mois de juin et de 15 t. au début de septembre, mais ces résultats, loin de décourager son armateur, ne faisaient qu'augmenter sa confiance dans les possibilités offertes par la côte d'Afrique à un grand thonier congélateur.

Depuis, cette ténacité a été récompensée et la « Yolande Bertin », battant pavillon français, a capturé en 1955 plus de 530 t. de thon.

Cette expérience, qui a été suivie avec intérêt par tous, nous avons eu la possibilité d'en comprendre les multiples difficultés en embarquant à bord de la « Yolande Bertin » à Agadir à la fin de septembre 1954.

Sur les lieux de pêche du thon.

Le 25 septembre 1954, n'ayant à bord que quelques tonnes de sardines dans ses viviers, le bateau repartait vers le Sud pour y tenter à nouveau sa chance.

Le 28 nous rencontrions quelques chalutiers espagnols à la hauteur du Cap Barbas et le 29 au matin nous apercevions un thonier canarien pêchant à l'appât mort dans le sud du banc d'Arguin.

Trois lignes de traîne aussitôt mises à l'eau nous donnent quelques Patudos (*P. obesus*) de petite taille (58 à 63 cm.) et un essai de pêche est rapidement abandonné car, l'alizé soufflant frais, une fois le bateau stoppé, la mer agitée empêche tout travail sur les balcons de pêche. Un nouvel essai effectué dans la soirée sur un banc vu en surface ne donne que quelques coryphènes et une bonite à ventre rayée.

Le 30 nous atteignons le 18^{e} parallèle et, en suivant la limite du plateau continental, rencontrons de nombreux bancs de bonites à ventre rayé sautant sur l'eau et souvent surmontés d'un tourbillon d'oiseaux de mer.

Le 1er octobre, nous reprenons notre exploration vers le Sud. L'eau de mer est à 28°30 en surface et l'océan grouille de vie. Bancs de thons, troupes de dauphins et vols d'oiseaux s'observent sans cesse autour de nous.

De temps en temps nous réussissons à couper la route de l'un de ces bancs et lorsqu'il s'agit d'albacore, tentons de l'attirer à l'appât. Mais les thons semblent repus et, après avoir lancé quelques poignées de sardines sans succès, nous reprenons notre route.

A 13 heures nous sommes par 17° de latitude et à l'accore des fonds (415 m.) quand après avoir intercepté un nouveau banc et commencé à lancer l'appât à l'endroit où il a été vu pour la dernière fois, nous voyons un thon apparaître brusquement dans l'eau transparente, non loin du bord. On distingue nettement la couleur bleu sombre de son dos et le jaune argenté de ses flancs au moment où il se jette avec impétuosité sur une sardine.

Les deux hommes placés sur les viviers arrière forcent alors un peu sur la quantité d'appât qu'ils distribuent et plusieurs remous apparaissent en surface. Chacun se précipite sur les balcons de pêche en bouclant la ceinture du tablier de cuir. Deux hommes forment

équipe, chacun tenant une canne dont les courtes lignes réunies portent un avançon commun terminé par un hameçon à plumes.

Cet hameçon est promené rapidement à la surface de l'eau par un mouvement latéral de va et vient des cannes, ou agité simplement sur place tandis que de temps en temps l'un des partenaires frappe l'eau pour en brouiller la surface.

Brusquement un thon mord sur une ligne et les hommes, se jetant en arrière, profitent de son élan pour le sortir de l'eau et l'amener à bord.

Ils relèvent rapidement leur canne à pleines mains en prenant appui sur leurs tabliers, un genou contre la rembarde du balcon et, en courbant puissamment le torse en arrière, font passer le thon entre eux au-dessus de leurs têtes. Le poisson ainsi projeté en l'air décrit un arc de cercle avant d'aller heurter la paroi verticale du vivier de pont, où le choc suffit très souvent à décrocher l'hameçon. Le thon tombe dans la coursive et il ne faut qu'une seconde pour remettre la ligne à l'eau.

Bientôt un autre thon est pris, puis un troisième, et peu à peu le rythme s'accélère et les poissons pleuvent littéralement au milieu des cris des hommes surexcités.

Il arrive parfois que le thon se décroche à sa sortie de l'eau et dans ce cas l'effort de traction opéré sur la ligne par les pêcheurs envoie l'hameçon frapper à toute volée sur le toit surplombant les viviers et qui constitue une protection très efficace pour les hommes occupés à lancer l'appât.

Au bout d'une heure environ les requins (*Carcharhinus*) commencent malheureusement à se mêler à la pêche, nageant près de la surface et cherchant à prendre leur part du festin. Les hommes essaient de les écarter à coup de canne, mais un bon nombre se prennent sur les hameçons et une fois ferrés leur mise à bord est souvent laborieuse.

Du haut du nid de pie, grâce à la limpidité de l'eau, le spectacle est passionnant. Jusqu'à une vingtaine de mètres du bord on peut suivre l'évolution paresseuse des requins qui serpentent près de la surface à la recherche des sardines blessées ou mortes. Les thons, au contraire, semblent surgir de la profondeur, puis, nageoires étalées, évoluent doucement entre deux eaux, jusqu'au moment où, passant près du bord, ils s'élancent brusquement sur l'appât ou le leurre.

La pêche se poursuit ainsi jusqu'à 17 h. 30 avec des intensités très variables, puis cesse. Environ 14 t. d'albacores dont les tailles varient de 70 à 110 cm. ont été embarquées, ainsi que 4 t. de requins qui sont précipités par dessus bord, tandis que le thon est mis en saumure frigorifique.

Le 2 octobre, à 7 et 9 heures, deux nouveaux essais de pêche ont encore lieu mais sans grand succès, deux tonnes étant capturées avant que le poisson ne coupe. A midi, 10 albacores sont encore pris par 16°30 de latitude, mais l'appât est maintenant épuisé et la « Yolande-Bertin » se rapproche de la côte pour mouiller la nuit au sud-ouest de Saint-Louis.

La recherche de l'appât.

On peut dire que la recherche de l'appât a été le problème majeur qu'a dû résoudre la « Yolande Bertin » au cours de ses premières campagnes.

C'est ainsi que le transport de la sardine marocaine dans les eaux du Sénégal a été un échec. La température des viviers atteignant 29°40 le 2 octobre au large de Saint-Louis, la mortalité y était considérable et les sardines survivantes ne constituaient plus qu'un médiocre appât. Il semble bien que cette opération, qui serait peut-être possible de décembre à mai, époque à laquelle la température de la mer ne dépasse pas 25°, est à déconseiller tout le reste de l'année.

La pêche de nuit à la lumière peut donner des résultats pour un petit bateau mais, pour une unité qui doit capturer des tonnes d'appât, le problème est certainement plus difficile. Plusieurs tentatives faites en cours de route nous ont bien permis de constater des rassemblements de sardinelles, d'hémiramphes, de poissons volants ou de chinchards, mais jamais en quantité suffisante pour tenter un coup de filet de quelque importance.

Arrivée au Sénégal la « Yolande Bertin » se trouvait donc devant le problème de l'appât et dans l'obligation de réussir des captures dans des conditions différentes de celles du Pacifique, tant par suite du comportement imprévu des espèces rencontrées, que par suite de la difficulté de manœuvrer des engins de pêche dans des conditions pour lesquelles il n'avait pas été conçu.

L'utilisation de la « lampara » s'est avérée difficile car la sardinelle, comme la sardine, plonge rapidement et s'échappe par les grandes mailles des ailes et les meilleurs résultats ont été obtenus pour ce poisson avec un filet tournant de très faible chute.

Il faut en effet tenir compte du fait que la sardinelle, qui abonde au sud de Dakar, ne saurait dans tous les cas constituer un appât convenable. Si le senneur marocain « Henri Gérard » a pu y réaliser entre avril et octobre 1953 des pêches moyennes de 20 t. composées pour moitié de sardinelles, ces poissons atteignent facilement 25 à 35 cm., ce qui les rend dans beaucoup de cas inutilisables comme appât.

Les jeunes, par contre, se trouvent sur les très faibles fonds près des plages, presqu'à la limite du rouleau où leur capture est malaisée et où leur recherche entraîne des croches fréquentes lorsque ces fonds sont durs.

C'est dans ces conditions que le 7 octobre nous réussissons dans la soirée un coup de « lampara » en eau profonde sur des sardinelles de grande taille ; le 8, entre M'Bour et Rufisque, tous les essais entrepris se soldent par contre par des échecs, le poisson plongeant rapidement et s'échappant de la « lampara » avant la fermeture des ailes.

Le 9 et le 10 octobre ce ne sont qu'avaries dans la région de Nianning et M'Bour où, tout près de la côte, abondent les jeunes sardinelles.

Le 11 enfin, en baie de Hann, après de multiples tentatives, un banc de 200 kg. environ est capturé au « ring net » près de la plage et ramené à bord après transfert dans le vivier flottant.

Depuis la « Yolande Bertin » a recherché son appât de Port-Etienne jusqu'en Guinée et en mars-avril 1955, par exemple, elle a dû passer plus d'un mois pour faire la provision nécessaire à 12 jours de pêche.

C'est donc la recherche de l'appât qui constitue, comme dans le Pacifique tropical, la clef du problème de la pêche d'un grand « clipper » sur les côtes africaines, alors que la pêche du thon ne semble par contre constituer qu'un problème secondaire pour un navire doté d'un rayon d'action important.

CONCLUSION

La « Yolande Bertin » a cherché à pêcher les thonidés africains en supposant que leur comportement était le même que dans le Pacifique. Cette hypothèse s'est pleinement vérifiée dans le cas de l'albacore. En cherchant cette espèce à l'accore des fonds, et suffisamment au sud pour que les eaux aient une température supérieure à 27°, la pêche a pu être pratiquée sans modifier les techniques californiennes.

En revanche, les essais effectués en septembre 1954 sur des bancs de thons rouges sont restés sans résultat. Ils ont été trop courts pour que l'on puisse conclure à l'impossibilité de

la pêche au vif de cette espèce à une échelle comparable à celle des « tuna clippers ». Cependant, le rendement des thons tropicaux semble supérieur.

En ce qui concerne l'appât, deux sources s'offrent aux bateaux travaillant en Afrique :

Au Maroc il est possible de se procurer de la sardine toute l'année d'Agadir à Plage-Blanche, d'avril à novembre dans les secteurs de Safi, Mogador en hiver et au printemps à Casablanca, et toute l'année à Agadir, ou mieux encore, tout à fait au sud dans la région du Cap Draa et le long des côtes du Rio de Oro. Cette capture peut s'effectuer avec un cerco de 150 à 200 m. de long et d'environ 35 m. de chute. Malheureusement, cette sardine supportera difficilement son transport au sud du Cap Blanc.

La seconde source d'appât est constituée principalement par la sardinelle (et accessoirement par certains petits carangidés) que l'on peut également capturer avec un filet tournant, mais dont la recherche sera souvent rendue difficile par sa localisation près des plages dont les fonds, souvent rocheux, déchirent les filets. On peut la trouver dans la zone de Port Etienne puis au sud de la presqu'île du Cap Vert, et elle a constitué jusqu'ici le principal appât de l'albacore.

Le temps enfin joue un rôle important. Le long des côtes marocaines et mauritaniennes les alizés soufflent depuis le mois d'avril jusqu'au mois d'octobre. En dehors de cette période, les coups de vent de sud-ouest ne sont pas négligeables. Dès que la houle dépasse la force II-III, et cela arrive fréquemment dans ces régions, la pêche devient très difficile à bord d'un « tuna clipper ». A l'arrière, l'eau passe par-dessus la lisse, les balcons s'enfoncent et les hommes sont continuellement battus par les paquets de mer. Une mer de force IV à V pourra même compromettre la sécurité du navire.

Ce n'est qu'au sud du 18e degré de latitude Nord que le « clipper » trouvera toute l'année des conditions météorologiques comparables à celles du Pacifique tropical.

Tous ces facteurs si divers font que la pêche du thon ne saurait se développer uniformément tout le long du littoral africain. Deux domaines distincts se dessinent :

D'une part, le domaine africain proprement dit, caractérisé par l'albacore et la sardinelle, et qui semble devoir être le véritable domaine du thonier congélateur de fort tonnage du type Pacifique.

D'autre part, la région Nord africaine, de Gibraltar au Cap Blanc, domaine des thons de la zone déjà tempérée et où le thon rouge, le patudo et les bonites pourront être capturés avec la sardine comme appât. Dans cette région, où les conditions météorologiques sont voisines des nôtres une partie de l'année, un type de bateau intermédiaire entre le « clipper » et les unités récemment mises en service en France, voire du type de ces dernières, trouvera vraisemblablement sa place.

XIII. — PRINCIPAUX TERMES EMPLOYES SUR LES « CLIPPERS » AMERICAINS

Tuna clipper : bateau spécialisé pour la pêche du thon. (*Clipper :* type de voilier rapide créé aux Etats-Unis vers 1840 pour le transport du thé et du coton).

Tuna bait boat : thonier à appât vivant.

All brine boat : « clipper » pouvant congeler et conserver toute sa cargaison en saumure.

Bait : appât ; *live bait :* appât vivant.

To mill : se dit de l'appât tournant en rond dans le vivier.

Chummer : homme s'occupant de l'appât (*to chum up :* appâter).

Scoop : épuisette d'appât (environ 5,4 kg. en moyenne).

Hook : hameçon ; *stricker* ou *squid :* hameçon à plumes ; *barbless hook :* hameçon sans ardillon ; *shank :* hampe de l'hameçon.

Swivel : émerillon.

Pole : canne à pêche.

Pole and line fishery : pêche à la canne.

Two-pole fishing : pêche à deux cannes pour un seul hameçon.

To trail the hook : lancer l'hameçon.

Fishing rack : balcon de pêche.

Canopy : toit recouvrant le vivier arrière.

Bait box ou *bait tank :* vivier à appât.

Deck boxes : viviers situés sur le pont arrière.

Well : puits situé sous le pont principal et servant à l'appât (*bait well*), à la conserve du thon en saumure (*brine well*).

Screen : écran.

Inlet screen ou *bottom screen :* écran d'entrée d'eau sur le fond du vivier.

Outlet screen ou *overflow screen :* écran de sortie.

Hatch : hiloire du vivier.

Sloshing : mouvement de la surface libre dans un bac non complètement rempli.

Weir : conduit d'évacuation de l'eau des viviers arrière.

Baffle board : planche placée sur la cloison médiane de la cheminée d'évacuation de l'eau des viviers arrière et dont le nombre détermine la hauteur d'eau dans l'hiloire.

Header pipe : conduit principal de distribution de l'eau de mer, situé après la pompe des viviers (*bait water pump*).

Shaft alley ou *shaft tunnel :* tunnel central où passent la ligne d'arbre et les canalisations des viviers.

Chilled sea water : eau de mer glacée.

Brine : saumure.

Dry frozen : congelé et conservé à sec.

In the round : poisson entier non vidé.

Power boat : embarcation à moteur.

Net skiff : plate de senne.

Dry boat : canot servant à tenir l'extrémité d'une aile du filet pendant sa mise à l'eau.

Lampara : filet comportant deux ailes (*wings*) et un sac (*bunt*) avec fond renforcé (*landing bag*) et une pièce inférieure à grandes mailles (*floor* ou *apron*) et une ralingue plombée (*lead line*).

School : banc de poissons.

Working birds : oiseaux plongeant sur un banc de poissons.

Slick : remous en surface créé par le thon se jetant sur l'appât.

Albacore : germon (*Germo alalunga*).

Bluefin : thon rouge (*Thunnus thynnus*).

Skipjack : bonite à ventre rayé (*Katsuwonus pelamis*).

Yellowfin : albacore ou thon à nageoires jaunes (*Neothunnus macropterus* du Pacifique, *N. albacora* de l'Atlantique).

Bonito : pélamide (*Sarda chiliensis* du Pacifique ou *Sarda sarda* de l'Atlantique).

Little tuna : thonine (*Euthynnus alletteratus*).

BIBLIOGRAPHIE

1. Anderson (A. W.) Stolting & Al. — Survey of the domestic tuna industry. *Fish & Widlife Serv., Spec. sci. Rpt. Fish.*, n° 104, 1953.
2. La Réfrigération à la mer conserve la qualité du thon. *La Pêche maritime,* n° 932, 15 nov. 1955, p. 487.
3. Elliot (F.). — Its mouth is its nursery. *Natural History,* **64** (6) 1955, p. 330.
4. Résumés analytiques des Pêches mondiales. F.A.O. Rome.
5. Fishing Boats of the World. — London, A. G. Heighway, ltd, 1955 :
   Carlson (C. B). — Live bait equipment, p. 494-497.
   Hanson (H. C.). — Pacific tuna clippers, p. 118-121.
   Hanson (H. C.). — Pacific Combination fishing vessels, p. 187-202.
   Petrich (J. F.). — Operational influences on tuna clippers, p. 113-117.
6. Godsil (H. C.). — The High Seas tuna fishery of California. *Div. Fish & Game,* California, *Fish. Bull.* N° 51, 1938.
7. Hardy (A. C.). — Seafood ships. — London, Crosby Lockwood & Son, ltd, 1947.
8. Schaefer (M. B.). — Report on the investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission for the year 1952, & 1953. La Jolla, California, 1953, 1954.
9. Scofield (W. L.). — Purse seines and others roundhaul nets in California. *Dept. Fish & Game, Bur. Mar. Fish, Fish Bull.* N° 81, 1951.
10. Siebenaler (J. B.). — Traplift net for catching tuna bait fishes. *Fish & Widlife Service, Comm. Fish. Rev.,* **15** (8) 1953.
11. Smith (O. R.) & Schaefer (M. B.). — Fishery exploration in the Western Pacific. *Fish. & Widlife Service, Comm. Fish. Rev.,* **11** (3) 1949.
12. The Commercial fish catch of California for the year 1947. *Dept. Nat. Resources, Div. Fish & Game,* California, *Fish Bull.* N° 74, 1949.
13. Yasuo (Suehiro). — A Study of the causes of death of bait fishes. *Fish & Widlife Serv., Spec. sci. Rpt. Fish.*, n° 62, 1951.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE QUELQUES SÉDIMENTS MARINS ET DE RÉCIFS D'HERMELLES DU MONT SAINT-MICHEL

par G. Lucas et P. Lefèvre

INTRODUCTION

Dans une note à l'Académie des Sciences, Galaine et Houlbert (29) ont souligné l'importance des récifs édifiés dans la baie du Mont Saint-Michel, par les Hermelles (*Sabellaria alveolata*). Un bon résumé de l'histoire de ces constructions nous apprend notamment que, dès 1832, Audoin et Milne-Edwards connaissaient, « sur les grèves du Mont Saint-Michel et au nord-est du Pas-aux-Bœufs, des bancs de sable ou des espèces d'îlots » formés de tubes d'Hermelles, « qui découvrent à mer basse et qui paraissent élevés de 8 à 10 pieds ».

Galaine et Houlbert voyaient dans la construction de ces récifs une des causes de l'envasement de la Baie, et du changement de lit subi par le Couesnon depuis 1790. Les récifs, d'après eux, augmentent d'importance, et, de 8 à 10 pieds en 1823, auraient atteint en 1916 une épaisseur de 5 à 6 mètres (15 à 18 pieds).

Depuis, une conversation avec M. Ozouf, rapportée par F. Kerforne (32) en 1923, nous apprend que les récifs auraient subi une notable diminution au cours de la grande marée d'octobre 1923.

A la grande marée du 22 avril 1947, l'un de nous a pu, grâce au concours des Services d'Etudes de l'Energie des Marées de l'Electricité de France, et en compagnie de l'ingénieur hydrographe Vantroy, chef de ces services, visiter, trop rapidement à son gré, les récifs d'Hermelles — les « crassiers » — au nord de la Chapelle Sainte-Anne de Cherrueix (Pl. I).

Au cours de cette sortie ont été recueillis quelques échantillons de sables et de vases, au voisinage des récifs d'Hermelles. On trouvera ici l'étude de ces sédiments, en même temps que quelques observations sur ces récifs, qui, si elles ne sont pas toutes très originales, méritent cependant d'être portées à la connaissance des géologues, puisqu'il s'agit là d'un faciès peu connu, rarement représenté dans les séries géologiques, et dont l'importance n'échappera à personne.

I. — CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES ET GEOLOGIQUES.

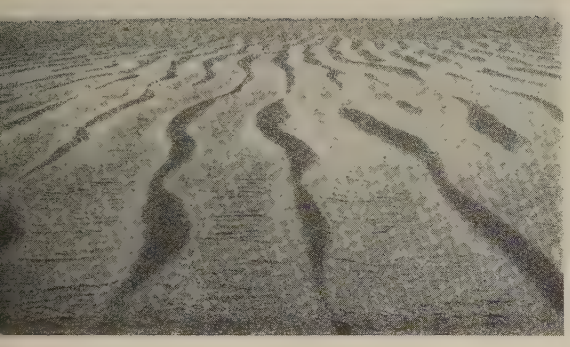
Les constructions d'Hermelles, sur l'ensemble de nos côtes, forment en général comme des coussins appliqués sur les faces verticales des roches, ou des revêtements minces de surfaces rocheuses horizontales, au voisinage des plages sableuses, à peu près au niveau inférieur des marées de vive eau moyenne.

A Cherrueix, elles se présentent d'une façon toute différente : ce sont des buissons arborescents, faits de tubes à section arrondie, enchevêtrés ; dans chaque buisson, les tubes s'accolent, forment des lames verticales épaisses de quelques 5 à 10 cm., irrégulièrement onduleuses à la façon de draperies, à surface comme cordée, tous les tubes d'une même lame s'arrêtent à peu près au même niveau, l'ensemble des lames forme des masses arrondies, atteignant 70 cm. et même un mètre de hauteur. Ces buissons peuvent être accolés les uns aux autres, couvrant, de façon presque continue, des dizaines d'hectares; ou bien ils sont irrégulièrement répartis sur la grève (fig. a et b).

Les zones ainsi couvertes d'Hermelles forment, d'après GALAINE et HOULBERT (29), une bande discontinue de quelque 3 kilomètres de large, près du bas de l'eau, entre la Chapelle Sainte-Anne et la pointe de Champeaux. C'est un bon exemple de ce que les auteurs de langue anglaise appellent un « biostrome » ; le terme de « récif » semblent pourtant parfaitement adapté, puisque dans son pays d'origine — côtes d'Arabie — il désigne des hauts-fonds rocheux, des écueils : si l'on en croit les descriptions des côtes de la Mer Rouge, ces écueils sont tous d'origine biologique ; on peut penser que l'usage du mot *récif* dans le sens général d'*écueil* fait double emploi avec ce dernier mot, en même temps qu'il élude une partie du sens du mot récif.

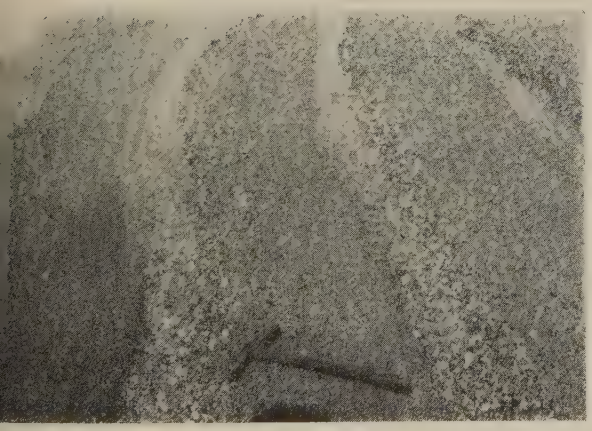
Ici, comme dans les cas les plus typiques, il s'agit bien de hauts-fonds, d'écueils, construits, sur place, par des organismes. Cependant, ces récifs présentent quelques particularités. Tout d'abord, ce ne sont pas des squelettes d'organismes fixés qui les constituent ; ce sont, au contraire, des constructions qu'édifient les animaux en agglutinant des grains de sable préexistants. D'autre part, il ne s'agit pas de colonies bourgeonnantes comme dans le cas de la plupart des récifs coralliens ou des récifs de Corallinacées ; ici, ce sont des légions d'organismes fixés côte à côte et qui se sont développés conjointement, tandis que de jeunes larves, choisissant comme support les tubes déjà construits, contribuent à la croissance du récif : c'est le phénomène de thigmotactisme, qu'on retrouve dans les récifs à Serpuliens, à Rudistes, ou les peuplements de Balanes.

D'après GALAINE et HOULBERT, les Hermelles se seraient fixées « soit sur des bancs d'huîtres, soit sur des affleurements rocheux ». Nous n'avons rien vu de pareil. D'abord,



a

b



c

d

FIG. 1.

a) et b) *Grandes rides dans le sable graveleux. Vues prises vers le S. W. Au fond, le Mont Dol à 6 milles environ* (10 *km.*). (*Echantillon A*).

c) *Les mêmes rides, dans un endroit plus sec. Le manche du marteau mesure* 55 *cm. Il reste seulement un peu d'eau dans les creux. Vue prise vers le N.-E.*

d) *Rupture de pente au Sud du « Banc ». Celui-ci recouvre nettement les « Crassiers » — et leur substratum érodé par les courants s'écoulant du banc.*

comme le font remarquer ces auteurs eux-mêmes, cependant spécialement préoccupés par la question des huîtres, les Hermelles ne s'avancent guère, vers l'Ouest, au delà de la laisse de basse mer — et les bancs d'huîtres plates, les seules de cette région, sont au-dessous, c'est-à-dire à l'ouest de cette ligne. Quant aux prétendus « affleurements rocheux », nous avons pu, en plusieurs points, toucher le substratum des constructions : ce sont des vases ou plutôt des sables vasards. Et il nous a été facile de voir que les supports sur lesquels sont fixés les tubes des vers sont des coquilles vides ; la construction s'étend et s'alourdit par la fixation des jeunes larves sur les premiers tubes établis : c'est encore un caractère de « biostrome ».

Ce qui détermine le développement de ces constructions, ce sont les conditions favorables à la vie des Hermelles : présence d'une eau agitée, chargée de sable, à une cote favorable : un mètre environ au-dessus des plus basses mers, et dans une tranche d'eau de quelques dizaines de centimètres (noter que le marnage est ici de quelque quinze mètres). Etant donné la très faible pente (la mer se retire à 15 km. du Mont Saint-Michel), l'espace de grève favorable est très étendu ; toutes les coquilles présentes sur cette partie de l'estran peuvent servir de point de départ à des récifs embryonnaires. Les vagues, sans doute aussi les organismes, et — sûrement — les pêcheurs, détachent des récifs de gros fragments qui peuvent servir à leur tour de supports solides aux larves d'Hermelles.

Les récifs reposent sur une couche qui, selon les endroits, est de la vase (C) ou du sable vasard (D, au voisinage du Banc — voir plus bas) (fig. 2).

Là où il n'y a pas de récifs — par exemple entre ceux-ci et la laisse de très basse mer —, on trouve un sable très grossier, surtout coquillier, tout à fait meuble (A). La mer déplace facilement la partie supérieure de ce sable (33) ; le jour où nous avons pu visiter les lieux, les vagues de gros temps des jours précédents y avaient façonné de magnifiques rides de sable (*ripple-marks*), dont les crêtes, qui se suivaient, en se relayant, sur des dizaines de mètres, étaient écartées d'un mètre ou plus, tandis que les creux atteignaient 15 à 25 cm. (fig. 1; a, b). Les rides étaient dissymétriques, leur crête déportée vers le large ; les fragments de coquille les plus gros étaient triés, et déposés sur le versant le plus doux, ou, surtout, au fond des creux (fig. 1, c).

Sur le substratum, et entre les buissons d'Hermelles, des cours d'eau bourbeuse passent à basse mer, déposant à leur voisinage une mince couche bleutée de vase, sur le sable grossier ou sur les Hermelles (31, p. 208).

En un point, les fonds à Hermelles sont recouverts par du sable grossier, meuble, couvert lui aussi de grandes rides : c'est le « Banc », montant en pente douce du Nord vers le Sud ; dans cette direction, il est coupé abruptement, et domine les Hermelles — ou leur substratum — d'au moins 2 mètres (fig. 1, d). Il se présente absolument comme une dune sous-marine abrasée.

Du reste, au sud du Banc, les Hermelles ne forment plus que des peuplements lâches ; les sables vasards du substratum, souvent érodés (D), portent aussi des rides. Mais malgré l'identité presque parfaite des conditions quant à l'agitation de la mer, on a ici de petites rides, de l'ordre du centimètre de longueur d'onde. Ceci illustre bien l'influence de la granulométrie du sédiment et de sa compacité sur les caractères des rides de sable.

Entre le sable vaseux du substratum et le sable graveleux du Banc, on trouve par place un sable fin, densément peuplé de *Lanice* (échantillon E) : peut-être supporte-t-il localement les massifs construits.

Plus au Sud encore, et, en même temps, plus haut sur l'estran, en se rapprochant de Cherrueix, la coupe du sol devient différente. Une couche mince — quelque 10 cm. — de sable fin à *Cardium edule* (F) repose sur un sable vasard (G) ; la surface, assez plane, com-

porte des vasques d'environ un mètre de diamètre et 10 cm. de profondeur : ce type de surface semble très répandu dans cette région ; c'est lui notamment qui se rencontre au voisinage des pêcheries, au nord-est de la Chapelle Sainte-Anne. Dans cette région des pêcheries, il existe un chemin, jalonné par des poteaux de bois, et sur lequel la marche est facile, sur un sol résistant, tandis qu'au voisinage immédiat — le chemin ne mesure guère

Fig. 2. — *Schémas approximatifs situant les échantillons étudiés.*
a : *coupe montrant la position respective des divers types de sédiments.*
b : *extrémité sud des « Crassiers » d'Hermelles et « Banc » de sable.*

plus d'un mètre de large — on s'enfonce profondément, non pas dans des sables mouvants — nous n'avons pas eu l'occasion d'en rencontrer dans cette zone —, mais dans une vase sableuse. Nous ne saurions expliquer ce fait. Y avait-il là originellement une bande étroite de terrain dur, ou, au contraire, le passage fréquent, sur cet itinéraire, des personnes se rendant aux pêcheries est-il responsable des qualités particulières du sol ? Nous n'avons pu, sur ce chemin d'aller, prélever d'échantillons ; nous avions à parcourir, en un temps très

réduit par les marées (3 à 4 heures seulement), quelque 6 milles (environ 10 km.), en réservant aussi un temps suffisant aux observations et à la collecte des échantillons.

Enfin, nous signalerons l'abondance, sur la surface de la grève, de galets de vase gris bleu, aplatis, bien arrondis, encore mous mais résistant à la destruction (7), et aussi de très nombreux *galets de bois :* le bois des pêcheries, imbibé par l'eau de mer, ameubli par des fermentations, devient en effet assez lourd pour couler dans l'eau et suffisamment homogène pour être usé au contact du fond. A notre connaissance, les galets de bois n'ont pas été souvent signalés par des pétrographes sédimentaires (19).

Sept échantillons ont été étudiés, désignés par les lettres A à G (fig. 2). Ils ont déjà été situés dans les généralités, on trouvera ici quelques précisions complémentaires à leur sujet.

Trois proviennent de la partie des « crassiers » située au nord du « Banc » de gravier, à la bordure extérieure des récifs. Ce sont les échantillons A, B, C.

A : sable coquillier à grandes rides, au large du banc des Hermelles.

Gravier grossier, beaucoup de cailloux à arêtes émoussées, nombreuses coquilles brisées, peu de coquilles en bon état : *Pecten, Trochus.*

B : tubes d'Hermelles, que nous avons désagrégés à l'eau oxygénée.

C : soubassement du récif d'Hermelles, un peu plus au large, sous le sable coquillier.

Vase gris bleu, compacte à l'état humide, donnant par dessication une masse dure gris blanc. Très argileux en apparence. Peu de coquilles, bien enchâssées dans la vase. Cailloux durs, noirs, peu roulés.

D : à 500 m. au sud des précédents, près de la bordure nord du banc de sable, sous le sable coquillier et les Hermelles.

A l'état humide, vase coquillière compacte, gris-verdâtre, à passées noires intérieurement. Peu de cailloux, mais bien roulés. Beaucoup de coquilles, souvent en bon état.

E : encore plus au Sud, au sud du banc de gravier : sable à *Lanice* supportant les sables grossiers et les récifs.

Sable fin, grisâtre, peu de coquilles dans les gros éléments ; ces coquilles sont roulées, en compagnie de tubes de *Lanice* composés de fragments coquilliers agglomérés.

F et G, encore plus méridionaux, au nord de Cherrueix, sont situés l'un au-dessus de l'autre. F est un sable à *Cardium edule* grossier et grisâtre, riche en coquilles brisées avec quelques coquilles intactes, recouvrant G : sable fin, gris, peu de coquilles, quelques-unes en bon état.

Ces échantillons ont fait l'objet d'analyses diverses ayant pour but de définir leur constitution granulométrique, chimique, minéralogique, organique.

Nous exposerons les résultats de ces analyses avant de tirer les conclusions auxquelles elles conduisent.

II. — CARACTERES GRANULOMETRIQUES.

Méthode. — L'analyse physique porte sur la terre séchée à l'air et passée au tamis de 2 mm. à trous ronds, dite « terre fine », la partie qui reste sur le tamis constituant les cailloux et graviers (tableau 1).

TABLEAU 1. — *Premier tamisage du sédiment séché à l'air.*

	A	B	C	D	E	F	G
Graviers>2 mm.	514	23	91.9	343	25	100	65
Matériel<2 mm. (v. tableau 2)	486	977	908.1	657	975	900	935

TABLEAU 2. — *Analyse du matériel plus fin que 2 mm., rapporté à 1.000.*

	A	B	C	D	E	F	G
Humidité	3.8	6.5	42.1	11.8	6.2	7.6	15.8
Matière organique	45	16.3	30.8	24.3	21.6	33.7	42.5
Grains minéraux (Voir tableau 3)	982.1	951.3	855	965.1	979.9	957.2	945
Total analyse physique	1030.9	974.1	920.0	1001.2	1007.7	998.5	1003.3

N. B. — Les totaux de A, B, C, sont différents de 1.000. Les chiffres expérimentaux n'ont pas été modifiés.

TABLEAU 3. — *Grains minéraux du matériel plus fin que 2 mm. Tamisage et siphonnage.*

	A	B	C	D	E	F	G
Sable grossier	957.8	703.6	62.5	675	430.9	276.5	120.2
Sable fin	23.2	224	373	95.5	542	673.5	808.8
Sable total	981	927.6	435.5	771.5	973	950	929
Poudre	0.6	15.5	264.6	130.8	5.1	4.4	12.1
Précolloïde	0.5	8.2	156	62.8	1.8	2.8	3.9

TABLEAU 4. — *Grains minéraux du matériel plus fin que 2 mm., décalcifié.*

	A	B	C	D	E	F	G
Sable total		251.3	213.7	275.2			
Sable grossier	446.5	122.8	24.5	218.2	92.5	25	5.5
Sable fin	41.7	128.5	189.2	57		389	431
Poudre		15.6	96.8	36.5	297.9		
Précolloïde		10.5	138.6	60.8			

Les limites des divers fractionnements sont celles adoptées par l'Association Internationale de la Science du Sol, mais nous ne rapportons pas nos résultats à la terre fine séchée à 105°. Il nous semble utile en effet de connaître l'humidité gardée par un échantillon *séché à l'air*, celle-ci variant avec sa constitution.

Sur la terre fine broyée au mortier, sont déterminés :

— précisément cette humidité par dessication à l'étuve à 105° jusqu'à poids constant ;

— le taux des carbonates par dosage au calcimètre ;

— la teneur en matière organique par perte au feu ;

— la détermination des fractions argile, limon, sable fin et sable grossier, a été effectuée avec et sans décalcification par dispersion, sédimentation et siphonnage pour les sédiments suffisamment riches en argile.

Pour les échantillons constitués presque uniquement de sable, seule l'analyse sans décalcification a été employée, la granulométrie des sables non calcaires étant effectuée sur le résidu insoluble global (tableaux 2, 3, 4).

Nous emploierons pour désigner les parties plus petites que 2 µ, « argiles » des pédologues, le terme de *précolloïdes* préconisé par J. BOURCART (11), bien que la correspondance ne soit pas parfaite (1 µ pour BOURCART), mais en accord avec A. CAILLEUX (20) ; nous appellerons « poudres », toujours avec J. BOURCART, les particules dont les diamètres vont de 0,02 à 0,002 mm., soit le « limon » des pédologues (26, 28). Il est cependant bien entendu que ces diamètres ne sont qu'approximatifs. Ils correspondent aux « diamètres équivalents » calculés d'après la vitesse de chute dans l'eau.

Après séparation des fractions précolloïdes et poudres, les sables restant ont été séchés, puis tamisés sur la série de tamis du Laboratoire de Géologie de la Sorbonne (1948-49), soit à ce laboratoire, soit à la Station agronomique d'Amiens (tableau 5).

Les mailles de ces tamis déjà utilisés lors de l'étude des sédiments marins de Concarneau (34), et vérifiées au micromètre, ont les dimensions suivantes :

ECHELLE DES TAMIS

Tamis	16	25	40	60	80	100	120	160	200	240	260	300
Dimensions des mailles en microns	1400	700	450	290	220	180	120	100	84	77	56	45

Les valeurs de toutes ces fractions — y compris argile et limon — ont été utilisées pour l'établissement des courbes de fréquence qui permettent la comparaison directe des sédiments entiers et décalcifiés et l'appréciation de la répartition en calcaire.

Les matériaux grossiers ont été placés arbitrairement à 3 mm. ; certains atteignent cependant des dimensions dépassant le centimètre (coquilles).

Les sables traversant le tamis 300, donc à grains dont au moins deux dimensions sont plus petites que 0,045 mm., ont été placés arbitrairement à 0,03 mm., dimension voisine de la réalité d'après l'examen microscopique.

Les poudres ont été portées à 0,01 mm., les précolloïdes à 1 µ. Les courbes de fréquence ont été établies avec abscisse logarithmique et ordonnée arithmétique. Les mêmes conventions ont été appliquées dans l'établissement des autres courbes.

Les courbes cumulatives ont été calculées, d'après les données brutes déjà utilisées, en les rapportant à 100 lorsque le total, par suite de pertes inévitables au cours des manipulations successives, était par trop éloigné (plus de 5 %) de ce chiffre, et aussi pour tous les échantillons décalcifiés ; de cette façon, les courbes cumulatives de l'échantillon entier et

Tableau 5. — Pourcentage du sable total retenu par chaque tamis.

Tamis		A	Ad	B	Bd	C	Cd	D	Dd	E	Ed	F	Fd	G	Gd
Diam. des mailles	Numéro														
1400 µ	16	9,05	6,65	1,52	0,25	0,75	0,3	4,98	1,27	0,03	—	0,45	0,05	0,07	0,05
700 µ	25	42,45	12,8	16,28	0,5	1,35	0,6	23,73	7,2	0,35	—	2,4	0,1	0,92	0,05
450 µ	40	30,80	19,65	33,53	5,38	1,1	0,2	30,38	9,75	2,9	0,1	3,45	0,15	2,28	0,05
290 µ	60	7,78	2,85	12,15	4,30	1,15	0,3	6,16	2,5	13,33	1,3	6,85	0,4	3,75	0,1
220 µ	80	6,10	2,7	6,88	1,85	1,9	1,05	2,25	1,1	26,48	7,85	14,5	1,8	5	0,3
180 µ	100	1,43	1,3	5,18	3,05	1,0	0,6	1,4	1	18,15	9,5	16,6	8,15	5,23	0,6
120 µ	120	0,55	0,3	6,45	2,53	1,1	0,5	1,07	0,9	18,30	9,9	23,7	7,75	9,55	1,35
100 µ	160	0,2	0,1	6,1	2,02	0,95	0,4	1,02	0,5	11,08	6,3	15,65	9,55	25,55	2,70
84 µ	200	0,18	0,3	2,40	1,95	1,02	0,3	0,65	0,3	3,23	2,25	6,73	8	14.43	5,6
77 µ	240	0,05	0,2	0,38	0,95	0,91	0,2	0,1	0,15	0,75	0,25	0,8	2,45	5,83	16,20
56 µ	260	0,11	0,1	1,60	0,4	3,6	1,25	0,83	0,4	1,28	0,75	2,33	0,8	11,41	4,60
45 µ	300	0,13	0,12	0,2	0,35	1,8	0,25	0,13	0,2	0,2	0,14	0,23	0,8	1,16	4,55
	< 300	0,35	1,75	2,28	1,60	23,4	29,33	4,15	2,25	1,15	0,7	1,28	1,40	7,71	7,5

N.-B. — Dans Ad, Bd, Fd et Gd, les tamis 120 et 260 ont été remplacés respectivement par des tamis de la même série, n^{os} 140 et 250.

TABLEAU 6. — Principaux indices des sédiments étudiés.

Echantillon		Diamètre en mm	Ecart de $\sqrt{2}$		Ecart de 2	
			C	A	C	A
A	entier	> 3				
	< 1,4 mm	0,72	0,42	— 0,02	0,77	— 0,07
	décalcifié	0,62	0,40	— 0,09	0,68	— 0,08
B	entier	0,46	0,39	— 0,11	0,58	— 0,14
	décalcifié	0,2	0,20	— 0,03	0,47	— 0,03
C	entier	0,035	0,34	— 0,14	0,47	— 0,11
	décalcifié	0,028	0,31	— 0,19	0,61	— 0,15
D	entier	0,78	0,20	+ 0,04	0,36	+ 0,10
	entre 1,4 mm et 0,07 mm	0,6	0,52	— 0,02	0,74	+ 0,02
	décalcifié	0,38	0,23	— 0,11	0,33	— 0,13
E	entier	0,2	0,63	— 0,03	0,86	— 0,06
	décalcifié	0,17	0,58	— 0,18	0,93	— 0,03
F	entier	0,22	0,55	+ 0,15	0,70	+ 0,1
	décalcifié	0,13	0,67	— 0,03	0,88	— 0,08
G	entier	0,1	0,53	+ 0,13	0,74	+ 0,1
	décalcifié	0,07	0,66	— 0,14	0,84	— 0,04

TABLEAU 7. — Caractères chimiques des sédiments.

	A	B	C	D	E	F	G
Sels solubles à l'eau	2.2		15.8	10.7	5.1	7.5	8.2
Humidité °	3.8	6.5	42.1	11.8	6.2	7.6	15.8
pH	7.1	8.5	7.9	8.4	7.4	7.7	8.1
Perte au feu	229.8	322.1	233.5	280.8	229.6	233.3	251.5
CO_2	177	305	189	250	208	199	216
CO_3Ca	402	694.6	429.2	566.3	472	453	491
Matière organique	45	163	30.8	24.3	21.6	33.7	42.5
Azote	0.32	0.7	1.23	0.77	0.44	0.46	0.47
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	15.5	12.5	117.5	80	35	42.5	50
CaO	263	380	233	300	220	254	298
Na_2O	3	3.8	16.02	11.8	8.47	8.47	12.4
K_2O	2.99	3.06	10.85	5.05	2.81	3.37	6.36
P_2O_5	0.84	0.77	1.22	0.88	0.56	0.66	0.88
Insoluble HCl	490	278	390	337	405	425	412
Matière organique/N	143	23	25	31	49	73	90

° : Humidité gardée par le sédiment séché à l'air et éliminée par séchage à 105° à l'étuve jusqu'à poids constant.

de son produit de décalcification sont comparables, sauf si le matériel grossier est abondant. Dans ce dernier cas, la courbe du matériel non décalcifié a été recalculée pour 100, en éliminant le matériel grossier.

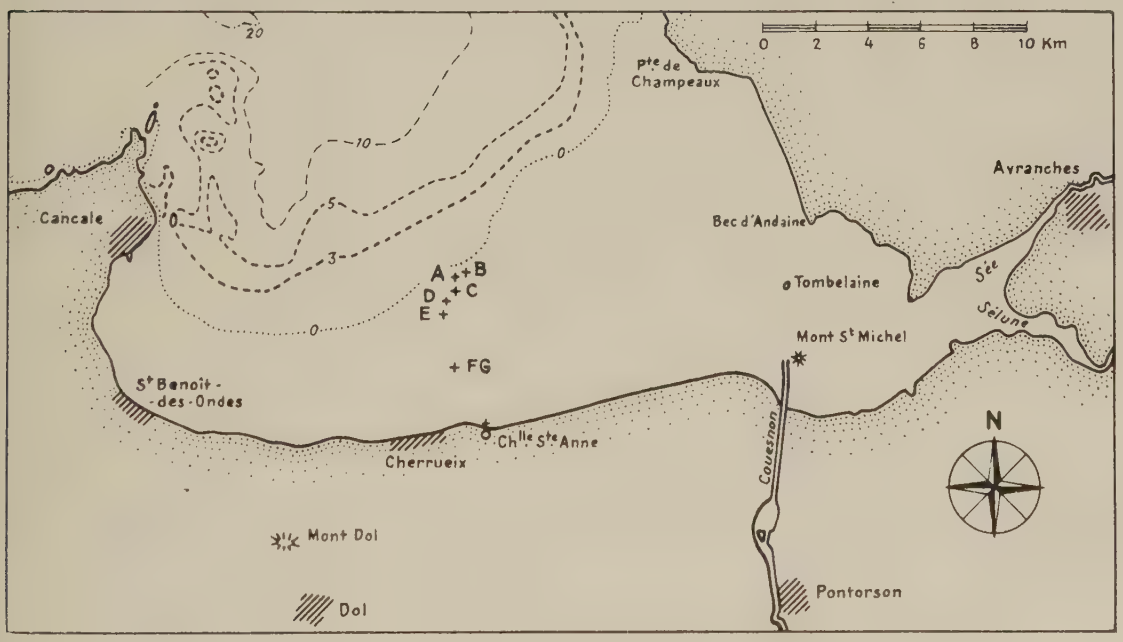
Ces courbes cumulatives ont été dessinées, d'abord sur le même canevas que les courbes de fréquence, et, d'autre part, avec une ordonnée de probabilité (BERTHOIS, 5 ; KRUMBEIN *in* PETTIJOHN, 39).

Les courbes en ordonnées arithmétiques, reconstruites d'après la courbe de probabilité, se confondent pratiquement avec celles obtenues directement, aussi n'ont-elles pas été figurées.

Les paramètres calculés l'ont été en suivant la méthode préconisée par L. BERTHOIS (5) :

a) diamètre moyen pour la courbe totale, puis éventuellement pour celle du sédiment privé de ses éléments grossiers, puis pour celle du sédiment décalcifié ;

b) indice de classement $c = y_2 - y_1$, calculé de deux façons : avec un écart en abscisse, de y_1 et y_2, de $\sqrt{2}$ de part et d'autre du point de la courbe d'ordonnée 50 % (indice de



PL. I. — *Carte d'ensemble de la Baie du Mont-Saint-Michel.*

classement normal Berthois), et avec un écart de 2 — indice employé, par exemple, dans le travail de L. BERTHOIS (9) sur les Açores. Les différences sont naturellement très sensibles. Ce calcul a été fait sur le sédiment total, matériel grossier compris (sauf pour A, où le matériel grossier dépasse 50 %), puis sur la courbe du sédiment privé de matériel grossier, enfin sur celle du sédiment décalcifié ;

c) indice d'asymétrie $A = c'_2 - c'_1$ calculé avec un écart de $\sqrt{2}$ et de 2, dans les mêmes conditions : l'écart entre ces mesures, pour un même sédiment, est généralement faible.

Le matériel étant surtout sableux et les grains très fins (poudres et précolloïdes) ne jouant un rôle sensible que dans C et D, il n'a pas paru utile de calculer l'indice d'évolution défini par A. RIVIÈRE (41, 42). Du reste, la faible précision des mesures sur ce matériel très

fin n'aurait donné que des résultats illusoires. Cependant, la forme de la courbe a servi de base à une interprétation, dans l'esprit qui a amené A. Rivière à proposer ce nouvel indice.

Le tableau 6 résume ces observations.

L'examen de ce tableau corrobore pleinement les conclusions qu'on peut tirer des courbes ; trois types fondamentaux se dégagent, possédant chacun des caractères très nets. Nous les classerons par ordre de diamètre moyen, en commençant par le plus fin.

C, soubassement des récifs (Pl. II, fig. 2), a un diamètre moyen de 0,035 mm. (décalcifié, 0,028), 70 % du sédiment (85 %, décalcifié) sont plus fins que 0,045 mm. environ. Il s'agit d'un limon, d'une *vase* plutôt. Les indices de classement * sont assez faibles, 0,34 (0,31). Les indices d'asymétrie sont forts et négatifs (— 0,14, — 0,19) : le matériel plus gros que le grain moyen est assez bien trié, mais ce n'est vrai que pour les grains de 40 à 60 μ ; les grains plus gros, peu nombreux, ont une répartition presque quelconque.

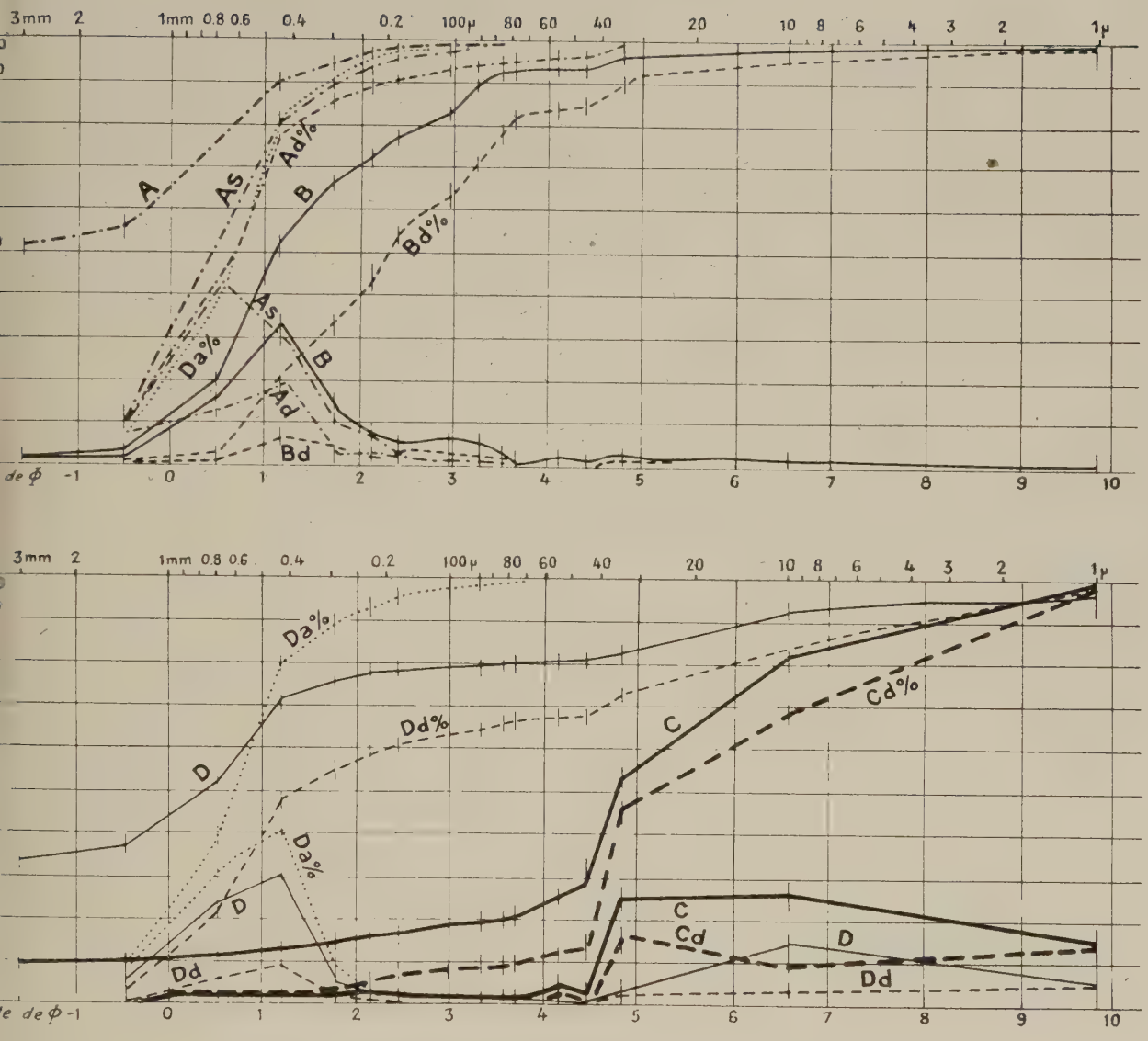
Si on ne considère que les parties très fines (plus petites que 0,05 mm.), la courbe est de type parabolique (41, 42) très net : sédiment très peu évolué par transport ou sédiment très évolué par lévigation ? La très faible proportion de sable plus gros que 60 μ semble plaider en faveur d'un sable très bien trié par transport, en même temps que privé par lévigation de son matériel très fin — et on retrouve les conclusions de A. Rivière sur des sédiments de centre de bassin ; la faible portion de gros sables, ou de graviers très mal triés, évoquerait des apports brutaux et brefs (crues de ruisseaux, ou entraînement au large de sable des grèves, lors de périodes d'agitation énergique, mélangeant intimement le sédiment très bien trié et les apports nouveaux). On évoquerait ainsi des vases formées dans de vastes étendues plates, normalement très peu agitées, sujettes cependant à de brusques tempêtes. Des lagunes, peut-être ? Il s'agit, naturellement, d'un état de choses probablement relativement ancien, antérieur à l'établissement des récifs d'Hermelles. Ce sédiment serait ainsi fossile ou subfossile. Quoi qu'on en puisse penser *à priori,* il n'a rien de commun avec la *tangue,* dont la granulométrie (31) est toute différente et très caractéristique.

F, sable à *Cardium edule* (Pl. III, fig. 1), a un diamètre moyen de 0,22 (0,13, décalcifié). La courbe du sédiment décalcifié est remarquable par son indice de classement fort (0,67), l'indice d'asymétrie est faible (— 0,03) : matériel bien trié par transport, et, peut-être, lévigation. La courbe du sédiment total en diffère par l'apport de matériel coquillier — au sens le plus large du terme — et, sans doute, du résultat de broyage local de ce matériel. L'association d'un bon triage et d'un diamètre petit est à mettre en rapport, vraisemblablement, avec *l'agitation moyenne* des eaux, relativement faible sur cet estran à pente presque nulle où les vagues ne brisent pas — ou ne brisent que par action extérieure du vent.

A, enfin — sable grossier des grandes rides au large des récifs (Pl. II, fig. 1) — a un diamètre moyen considérable : supérieur à *3 mm. ;* 51 % du matériel sont qualifiés de « cailloux » ou « graviers » : la majeure partie de ces 51 % est constituée par des coquilles brisées et usées. Encore y en aurait-il eu beaucoup plus si le matériel avait été pris au fond des dépressions entre les rides de sable.

Si on ne tient pas compte de ces graviers, le diamètre moyen est 0,72 mm. (décalcifié, 0,62). Les indices de classement sont moyens (0,42, 0,40 seulement pour le décalcifié), les indices d'asymétrie faibles (— 0,02, — 0,09 pour le décalcifié). C'est un sable assez bien trié, ne comportant pratiquement pas de matériel fin. Les courbes sont presque identiques à celles de F, mais beaucoup décalées vers les grands diamètres : sable brassé et débarrassé de tout matériel fin par lévigation. Il manifeste le jeu de puissantes forces de mise en mouvement correspondant bien à cette zone, bordure du vaste plateau de la Baie, à proxi-

* Sauf indication spéciale, les indices donnés dans le texte sont ceux calculés avec un module $\sqrt{2}$.



Pl. 11. — *Courbes granulométriques des sédiments A et B (fig. 1) et C et D (fig. 2). En ordonnée, pourcentages en échelle arithmétique : en abscisse, en haut, diamètre des grains en échelle logarithmique, en bas, échelle des diamètres de Wentworth.*

Fig. 1. — *Courbes de fréquence : As,* A *privé de ses cailloux; Ad,* A *décalcifié; B,* B entier; *Bd,* B *décalcifié.*

Courbes cumulatives : A, B, A *et* B; *As,* A *privé de ses cailloux; Ad %, Bd %,* A *et* B *décalcifiés recalculés pour* 100. *Da % : voir fig. 2.*

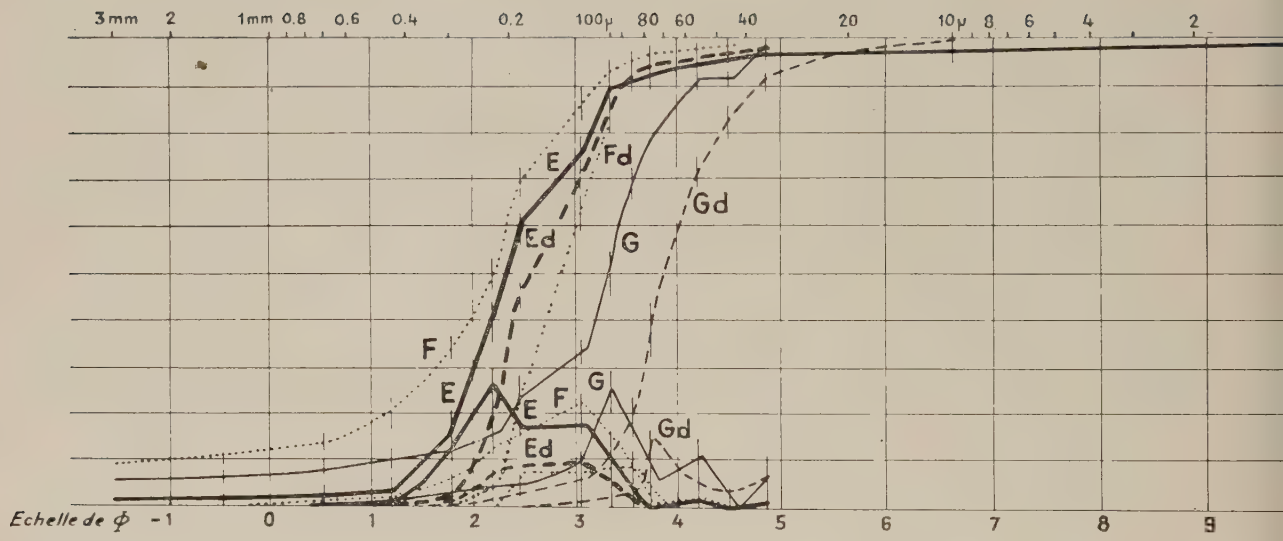
Fig. 2. — *Courbes de fréquence : D, C,* D *et* C *entiers.*

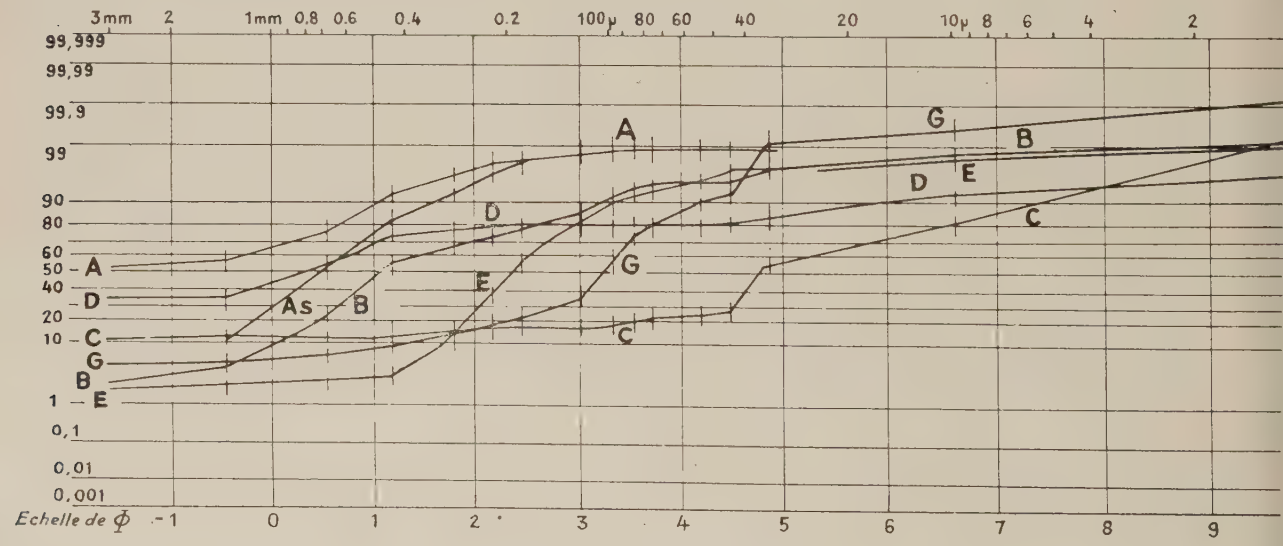
Dd, Cd, D *et* C *décalcifiés. Da :* D *privé de ses cailloux et de ses éléments plus petits que* 0,75.

Courbes cumulatives : D, C, D *et* C *entiers;*

Dd %; Cd %, D et C décalcifiés recalculés pour 100.

Da %, voir Da, recalculé pour 100.





Pl. III. — Fig. 1. — *Courbes granulométriques des sédiments E, F, G. Mêmes coordonnées que pour Pl. II. Courbes de fréquence : E, F, G,* E, F, G *entiers, Ed, Fd, Gd,* E, F, G *décalcifiés. Courbes cumulatives : E. F. G,* E, F, G *entiers. Ed %, Fd%, Gd %,* E, F, G *décalcifiés.*

Fig. 2. — *Courbes cumulatives des sédiments A, B, C, D, E, G, en ordonnée de probabilité. Mêmes abscisses que pour les figures précédentes.*

mité des fonds plus grands : à mi-marée, on aura des fonds de 8 m. par exemple à 1 mille 1/2 du large, tandis qu'au point F ces mêmes fonds seront à 4 milles 1/2 ; c'est donc là que briseront les grandes vagues ou les houles de quelque importance ; la preuve, du reste, en est donnée par l'ampleur des rides façonnées par ces vagues. L'ablation du matériel fin ou moyen (plus petit que 0,4) sera le fait des courants de translation créés à la base des vagues déferlantes, qui, se passant « en relai » le matériel, pourront le transporter très loin.

A ces trois types fondamentaux se rattachent plus ou moins directement les quatre autres échantillons.

B, sable obtenu au laboratoire par désagrégation des tubes d'Hermelles (Pl. II, fig. 1) présente de nombreux caractères d'analogie avec A : du reste, il semble évident qu'il provient d'un choix fait par les Annélides parmi les matériaux mis en suspension par la mer, à partir d'un sable qui est probablement le sable A lui-même. Il est alors instructif de voir que B est beaucoup plus pauvre que A en matériel insoluble (27,74 % au lieu de 48,82, soit la moitié moins): les Hermelles ont une préférence nette pour le sable calcaire. A la dimension correspondant au diamètre moyen, il y a 6 fois moins de matériel siliceux que de calcaire ; au total, le matériel siliceux fait à peu près 1/4 du sédiment entier. La différence est due aux poudres et aux sables très fins, qui sont presque entièrement insolubles. Le triage se manifeste par le fait que le diamètre moyen est à 0,46 au lieu de 0,72 et que 30 % du sédiment sont compris entre 0,45 et 0,8 mm. Le reste de la courbe semble correspondre à une répartition quelconque : c'est, en ordonnée de probabilité, une droite presque parfaite, tant pour le décalcifié que pour le sédiment total. C'est ce qui explique les divergences d'indice entre les courbes A et B : B est manifestement moins trié. On pourrait imaginer qu'en dehors de son choix préférentiel entre 0,45 et 0,8 mm., l'animal a fixé n'importe quoi — la lévigation qui joue pour la genèse du sable A ayant évidemment peu de sens ici.

Les sables E et G (Pl. III, fig. 1) sont très proches de F. E n'en diffère que par l'absence complète de gros graviers et la présence d'un stock important de grains de 0,25 mm. Le matériel décalcifié est un peu moins fin (diamètre moyen 0,17 au lieu de 0,13 mm. pour F).

G est franchement plus fin : pour le décalcifié, le diamètre moyen est de 0,07, la moitié de celui de F ; l'indice de classement est à peu près le même que pour F ; l'indice d'asymétrie, négatif, beaucoup plus fort que celui de F, mais presque égal à celui de E, traduit bien le fait que le triage est meilleur dans les portions situées au-dessus de la moyenne que dans celles situées au-dessous.

Pour le sable total, les indices sont également voisins ; il y a un apport considérable de grains calcaires de 0,15 à 0,08 mm. ; de plus, la teneur en sable très fin (inférieure à 0,06) est un peu plus élevée. Il est possible que G et F soient en réalité le même sédiment dont seule la partie supérieure soit habituellement agitée par les vagues, ce qui permet une lente descente de matériel très fin dans les couches inférieures du sédiment (7) à peine effleurées par cette agitation — en même temps qu'une ablation de ce même matériel par l'eau dans les couches supérieures. Les deux processus conduiraient à la disparition des grains de cette dimension dans le sable F (33).

Enfin, le cas le plus curieux est celui de l'échantillon D (Pl. II, fig. 2) prélevé non loin du Banc, dont il constituerait le substratum ainsi que celui de certains récifs.

Les deux courbes, sédiment entier, sédiment décalcifié, sont parfaitement identiques : les éléments calcaires et non calcaires ont subi les mêmes actions — sauf pour les poudres, un peu plus abondantes dans le sédiment entier. Courbes de fréquence et cumulatives montrent un maximum à 0,45 mm., un autre dans les poudres. L'analogie évidente de la

partie « sable » de la courbe (au-dessus de 0,06 mm.) avec la courbe de A nous a incité à construire la cumulative de cette portion du sédiment rapportée à 100 : l'identité de la courbe obtenue avec celle de l'échantillon A est parfaite : les deux sédiments sont identiques. La même construction, faite pour l'autre portion du sédiment, montre, malgré l'arbitraire des diamètres choisis pour représenter poudres et argile, une très bonne correspondance avec le sédiment C. Ainsi, D peut être considéré comme un sédiment mixte, fait de 80 % de sable identique à A, et 20 % de vase identique à C — ou plutôt à la partie fine de C. Mélange dans des conditions difficiles à imaginer, puisqu'il faudrait intégrer un matériel fin à un gravier grossier ; sédiment originel, dont peut-être le sable A pourrait n'être que la partie supérieure, brassée par les vagues et privée par lévigation de son matériel fin selon le même processus que pour F, naissant aux dépens de G ; ou encore sédiment originel, sans relation avec A : il est difficile de se prononcer.

III. — CARACTERES CHIMIQUES.

Pour les déterminations chimiques :

— l'azote total a été dosé par le procédé Kjeldahl ;

— les éléments Fe^2O^3 + Al^2O^3, P^2O^5, CaO, K^2O, Na^2O ont été dosés après attaque du sédiment par l'acide nitrique concentré bouillant pendant 5 heures selon la méthode préconisée par le Comité consultatif des Stations agronomiques, ou méthode aux acides forts ;

— le pH a été mesuré au pH mètre avec un rapport sol/solution de 1/2,5 (mesure dans l'eau distillée bouillie) ;

— les sels solubles ont été mesurés en faisant percoler, sur de l'ouate, trois fractions de 50 cc. d'eau distillée à travers 20 g. de terre ; 100 cc. de solution obtenue ont été évaporés en capsules au bain de sable, puis à l'étuve à 105° jusqu'à poids constant.

Les données chimiques relatives aux sédiments étudiés sont groupées dans le tableau 7.

La recherche de corrélations entre ces différents résultats a conduit à construire un certain nombre de courbes, qui n'ont de valeur qu'en tant que procédé de visualisation des caractères corrélatifs (Pl. IV). Notons immédiatement qu'il a fallu mettre à part les chiffres afférant aux tubes d'Hermelles (échantillon B) : l'intervention des animaux et le choix qu'a imposé leur instinct constructeur a donné à cet échantillon des caractères parfaitement aberrants. Il en sera question à part, à la fin de ce chapitre.

Les relations les plus évidentes lient les teneurs en Al^2O^3+Fe^2O^3 et le diamètre moyen — ou la teneur en matériel très fin (de 0,05 mm. à 1 micron : sables très fins, poudres, précolloïdes). Elles sont du reste normales : ces sédiments sont peu ferrifères, l'alumine du sédiment est évidemment celle de ses produits argileux — dont certains ont pu être directement observés au microscope.

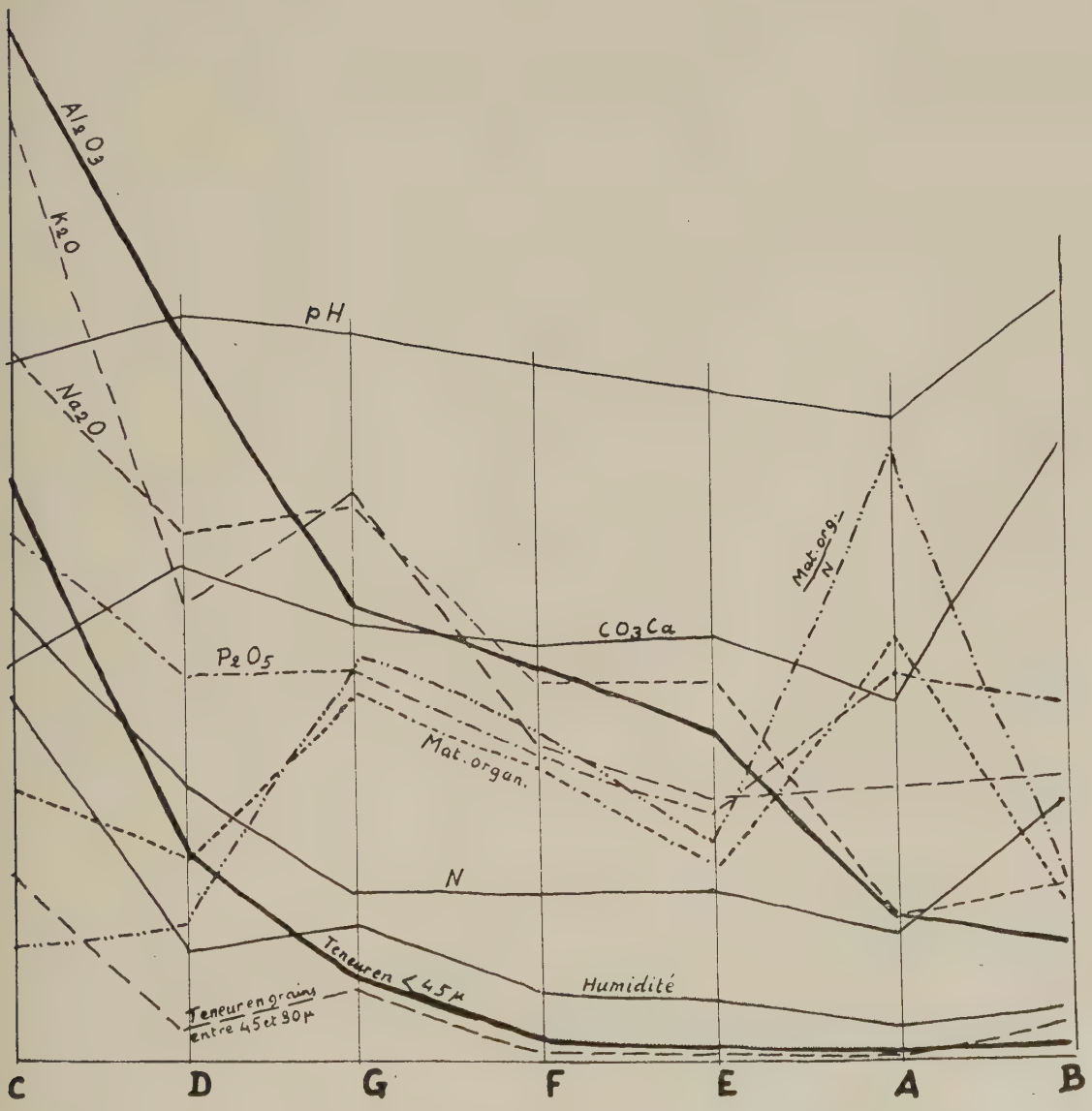
Plusieurs autres caractères suivent, à quelques détails près qui seront interprétés plus bas, le sort de l'alumine et de l'argile : ce sont la teneur du sédiment séché à l'air en eau éliminée à 105° jusqu'à poids constant ; les teneurs en Na^2O, K^2O, P^2O^5 qui ne sont que des modes de représentation des teneurs en ions sodium, potassium, phosphore ; enfin, sans doute, teneurs en azote organique ?

L'humidité est normalement fonction de la porosité du sédiment ; elle est conjuguée avec la teneur en sels marins qui, subsistant dans l'échantillon, augmentent la rétention de l'eau lors de la dessication à l'air.

La potasse est partie intégrante de l'argile, qui selon toute vraisemblance est une illite, et du mica effectivement présent.

Le phosphate, au moins pour la partie qui suit la même loi que l'argile, pourrait être de l'apatite.

Le cas de l'azote est plus difficile à comprendre : il semble parfaitement lié dans ses variations à la phase argileuse du sédiment.



Pl. IV. — *Graphique des corrélations entre les diverses propriétés chimiques des sédiments étudiés.*

Mais les valeurs afférentes à l'humidité, à Na^2O, K^2O et P^2O^5 présentent des anomalies notamment pour l'échantillon G, et, quant à K^2O et P^2O^5, pour l'échantillon A.

Humidité et Na^2O, anormalement abondantes en G, le doivent sans doute à la grande richesse du sédiment en sable très fin (60 %) de diamètre compris entre 0,05 et 0,1 mm.

Cette partie fine augmentant les effets de surface doit accroître considérablement la faculté de rétention de l'eau et des sels dissous.

Pour les anomalies de K^2O et P^2O^5, il faut faire intervenir d'autres facteurs : sans doute existe-t-il d'autre potasse et d'autre phosphate que ceux liés aux argiles ; on notera que, tant pour G que pour A, les maxima nets de K^2O et P^2O^5 sont associés à ceux, probablement corrélatifs, de la matière organique.

Pour G, c'est probablement encore le résultat de la porosité plus grande. Pour A, matériel brassé par l'eau, les deux seules sources de matière organique qu'on puisse envisager sont, d'abord la matière organique animale : conchyoline des coquilles (voir plus bas), restes du protoplasme des organismes vivants dans le sédiment ou morts peu de temps avant la prise d'échantillon ; surtout les débris végétaux assez abondants et peu décomposés qu'y a révélé l'analyse au microscope et qui, d'autre part, expliqueraient les hautes valeurs du rapport matières organiques sur azote.

La teneur en carbonate de calcium semble tout à fait indépendante de celle de l'argile ; c'est assez la conclusion à laquelle nous a conduit l'analyse granulométrique et la comparaison des sédiments entiers et des sédiments décalcifiés. Mais elle paraît varier à l'inverse de la teneur en matières organiques ; maximum pour D et pour E, qui présentent des minimum de la teneur organique ; minimum au contraire pour C, G et A, ce qui laisse penser que le rôle de la conchyoline, évoqué plus haut, doit être très faible. Il y a corrélation entre la teneur de CO^3Ca et le pH ; les sédiments spécialement riches en CO^3Ca alcalinisent légèrement l'eau d'expérience par dissolution d'un peu de carbonate ; les autres l'acidifient légèrement par l'action de leur matière organique.

Les *tubes d'Hermelles* (B) réalisent un ensemble très original, par rapport aux autres sédiments, au point de vue chimique. Haute teneur en matériel calcaire, hautes valeurs du pH ; très basses teneurs en aluminium, K^2O, Na^2O, forte teneur en N, P^2O^5, malgré la très petite quantité de matière organique présente ; les teneurs en azote et en phosphore, apparemment peu différentes de celles des autres sédiments, prennent une valeur toute particulière si on note que ces corps ne peuvent provenir que de la matière organique, puisque les produits minéraux susceptibles de rendre compte, notamment, de la teneur en phosphate, sont presque inexistants. Il faut alors supposer qu'il existe là une matière organique particulièrement riche en azote et en phosphore : cadavres desséchés de micro-organismes restés dans les interstices des grains de sables des tubes, ou, peut-être, ciment des tubes eux-mêmes, secrétés par nos Sabelles ?

IV. — CARACTERES MINERALOGIQUES.

L'étude minéralogique n'a pu être poussée aussi loin qu'il eût été désirable. Il n'a pas été fait de séparation de minéraux lourds. Cependant, l'examen au binoculaire des fractions restées sur tamis a montré que la composition des matériaux détritiques, insolubles à l'acide, était très homogène dans l'ensemble des sables étudiés. On y trouve des graviers de granite — d'aplite fine —, de micaschistes, de phtanite, des cristaux de quartz parfois en prisme pyramidé ; des grains de quartz anguleux, ou émoussés et brillants, parfois arrondis et mats ; des grains même très fins (0,2 à 0,5 mm.) peuvent être ainsi dépolis.

En A et D, on observe, en assez grande quantité, des Alvéolines, des Orbitolites et des Milioles fossiles, en calcaire dur, jaunâtre, très usées, provenant du Tertiaire sous-marin du golfe normano-breton (23, 25, p. 139).

Dans les matériaux très fins observés en frottis au microscope, on peut voir d'abondantes baguettes d'amphibole verte, du zircon, — parfois très beau avec ses faces cristal-

lines et des cristaux négatifs allongés, et de la tourmaline brune ou bleutée. La glauconie est assez fréquente en grains verts peut-être remaniés et en boudins, souvent décolorée (attaque de la glauconie par l'acide ayant servi à décalcifier le sédiment ?), parfois d'un beau vert, représentant le remplissage (24, 25, p. 205), de perforations irrégulières assez larges probablement dues à l'action d'Eponges (Cliones) sur les débris coquilliers.

Notons enfin, dans le matériel très fin décalcifié de l'échantillon A, des éventails de petits cristaux allongés, terminés en biseau, apparemment tricliniques, et paraissant identiques au minéral qui constitue d'autre part des paillettes hexagonales, très peu biréfringentes, présentant des associations de cristaux sans doute mâclés, distribués selon trois directions, parallèlement aux côtés de l'hexagone. Il s'agit évidemment d'un matériel phylliteux, probablement une argile, mais la détermination n'a pu être poussée plus loin.

V. — CARACTERES ORGANIQUES.

Enfin, l'étude de la composition organique (ou biologique) faite sur les différentes fractions sableuses restant sur chaque tamis, au binoculaire pour les parties grossières et au microscope polarisant pour les parties les plus fines, a montré encore que tous ces sédiments font partie d'un ensemble homogène.

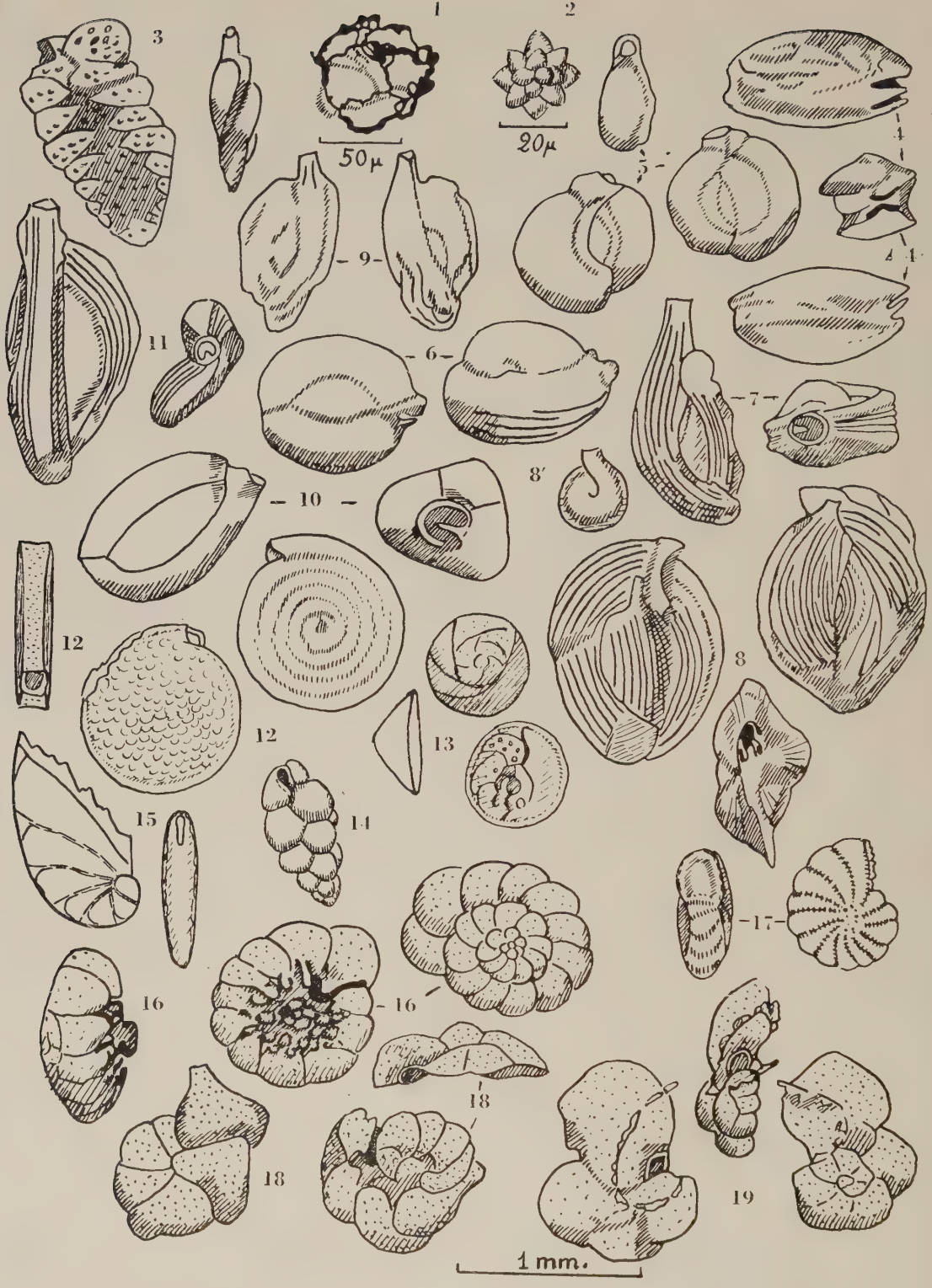
Tous les échantillons présentent (de 0,2 à 2 mm.) une grande abondance de pièces coronales ou de pièces operculaires de petites espèces de *Balanes* (Pl. VI, fig. 6-7). Il ne s'agit probablement pas de *Chtamalus stellatus*, car la surface externe des pièces coronales est tout à fait lisse.

Les coquilles de *Lamellibranches* et *Gastéropodes* sont aussi très fréquentes partout, en coquilles intactes assez rares, ou surtout en débris cassés, usés, parfois corrodés, notamment par des Cliones. On y reconnaît des *Nucula, Glycymeris, Pecten, Chlamys varia, Hinnites distortus,* des *Anomya* abondantes, des *Cardium* lisses (gr. de *C. norvegium*), *Cardium exiguum, Cardium edule* (surtout en D, E, F) ; *Venus ovata* et d'autres *Venus, Tapes rhomboideus,* des *Mactra* (*M. subtruncata*) ; des *Tellina* (*T. planata,* etc.) ; comme Gastéropodes, *Emarginula rosea* (2 échantillons usés dans les tubes d'Hermelles B), *Calyptrea sinensis, Bela rufa,* des *Trochus, Turbonilla, Bittium reticulatum, Nassa, Murex,* et, dans les tubes d'Hermelles, plusieurs opercules libres. Il semble que la faune des Gastéropodes soit plus riche en A, B et D, c'est-à-dire à proximité des récifs et dans les graviers agités par les vagues, tandis que la faune des Lamellibranches est surtout prospère en F et G, dont les sables très fins constituent pour beaucoup d'entre eux un habitat plus tranquille. L'échantillon G est du reste spécialement intéressant par sa richesse (0,4 à 0,5 mm.) en très petits Lamellibranches intacts ; on a pu y reconnaître notamment *Nucula, Lima, Anomya, Cardium, Mactra :* c'est du naissain, manifestement, donc un élément planctonique, le principal et peut-être le seul de toutes ces faunes.

Les organismes les plus fréquents, après les Balanes et les Mollusques, sont les *Calcisponges,* représentées par des spicules triaxones ou tétraxones, voire même monaxones, faits d'un cristal unique de calcite (0,5 à 0,05 mm.) (Pl. VI, fig. 8).

Certains sont bien limpides ; d'autres marqués de petites cupules, d'où partent de fines perforations d'abord rectilignes ou presque, qui évoluent en s'élargissant, se multipliant, et deviennent très irrégulières, remplissant presque entièrement le spicule ; ce sont vraisemblablement des *Champignons perforants.*

Il est difficile de classer par ordre d'abondance les autres organismes. Les *Foraminifères,* tous benthiques, sont surtout bien représentés dans les sables F et G, où on a reconnu



Pl. V. — Microorganimes principaux des sables F et G.

1. Bulle de mazout ou scorie?
2. Spicule de Didemnidé.
3. *Textularia* sp.
4. Miliole usée, peut-être fossile.
5. *Quinqueloculina subrotunda* (Montagu).
6. *Q.* cf. *brongniarti* d.Orbigny.
7. *Q. pulchella* d'Orb.
8. *Q.* (*Adelosina*) *bicornis* (Walker et Jacob).
8a. Embryon d'*Adelosina*.
9. *Q.* (*Ad.*) *duthiersi* Schlumberger.
10. *Triloculina trigonula* (Lamarck).
11. *Tr.* (*Sigmoilina*)?
12. *Spirillina limbata* Brady H. B.
13. *Discorbis* aff. *bertheloti* (d'Orb).
14. *Virgulina* sp.
15. *Astacolus crepidula* V. Reuss.
16. *Streblus beccarii* (Linné).
17. *Elphidiella* cf. *arctica* (Parker et Jones).
18. *Cibicides* cf. *lobatulus* (Walker et Jacob).
19. *Planorbulina mediterranensis* (d'Orb).

Pl. VI. — *Organismes des sables F et G.*

1, 2, 3 : *pièces brachiales latérales d'Ophiures.*
4, 5 : *vertèbres brachiales d'Ophiures.*
6 : *pièce coronale de Balane.*
7 : *pièce operculaire de Balane.*
8 : *spicule de Calcisponge.*
9 : *loge de Bryozoaire cheilostome.*
10, 11 : *fragments de colonies de Bryozoaires.*

(Pl. V) (1) *Textularia sp., Quinqueloculina subrotunda* (MONTAGU), *Q.* cf. *brongniarti* (D'ORB), *Q. pulchella* (D'ORB), *Q.* (*Adelosina*) *bicornis* (WALKER et JACOB), *Q.* (*Ad.*) *duthiersi* (SCHLUMBERGER), *Triloculina trigonula* (LAMARCK), *Triloculina* (*Sigmoilina*) ?, *Dentalina guttifera* (D'ORB), *Spirillina limbata* (H. B. BRADY), *Discorbis* aff. *bertheloti* (D'ORB), *Virgulina sp., Astacolus crepidula* (V. REUSS), *Streblus beccarii* (LINNÉ), *Elphidium crispum* (LINNÉ), *Elphidiella* cf. *arctica* (PARKER et JONES), *Cibicides lobatulus* (WALKER et JACOB), *Planorbulina mediterranensis* (D'ORB).

C'est surtout des Miliolidés qu'on retrouve en G ; *Str. beccarii* est fréquent partout, tandis que les autres formes à test perforé : *Elphidium, Cibicides,* etc., se rencontrent sur-

TABLEAU 8. — Répartition des Foraminifères des sables.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Quinq. subrotunda	+	+	+	+				+	
Q. cf. brongniarti				+					
Q. pulchella	+	+	+			+			
Q. bicornis	+	+	+	+	+	+	+		
Q. duthiersi									
Tr. trigonula	+	+	+	+	+	+			
Dent. guttifera		+							
Spri. limbata	+								
Disc. aff. betheloti	+			+					
Ast. crepidula	+	+	+		+		+		
Str. beccarii	+	+	+	+	+	+	+	+	
Elph. crispum	+	+	+		+			+	
Elph. cf. *arctica*	+	+							
Cibic. lobatulus	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pl. mediterranensis	+		+	+	+	+	+		

I : Océan atlantique, arctique, Scandinavie (21, 30, 38).
II : Plages de Dunkerque (44).
III : Roscoff (1, 27).
IV : Belgique (22).
V : Golfe de Gascogne (17).
VI : Rance (37).
VII : Tangue (31).
VIII : Argile des polders (18).
IX : Bassins à flot de Saint-Malo (36).

tout dans les échantillons B, D, E, F ; A et C ont paru très pauvres en Foraminifères, l'un sans doute parce que trop grossier, l'autre trop fin.

Il y a assez peu d'analogie entre cette faune et celle signalée, de la tangue, par J. JACQUET : 5 espèces communes (tableau 8), et, en plus, des espèces différentes de 5 genres. On notera qu'il n'y a qu'une Miliole commune, qui est la seule Quinqueloculine de la tangue,

(1) L'étude des Foraminifères, confiée à M. TINTANT, sera publiée ultérieurement. La liste que nous donnons ne comporte que les formes les plus fréquentes.

alors qu'il y a 5 Quinqueloculines dans les sables étudiés ici. La même remarque s'appliquera aux argiles des polders néerlandais.

En cherchant des comparaisons plus générales, on constate que, sur 15 espèces reconnues, 12 sont signalées de l'Océan atlantique et des mers arctiques et scandinaves (21, 30, 30), 10 des plages de Dunkerque (44) ; les 9 espèces communes à ces deux régions sont aussi citées dans les eaux de Roscoff (1, 27) ; 8 se retrouvent en Belgique (21), 7 dans le Golfe de Gascogne (17) et la Rance (37), 5 dans la tangue (31), 4 dans l'argile des polders (18) ; une seulement, et des plus banales (*Cibicides lobatulus*), a été rencontrée dans les bassins à flot de Saint-Malo (36) (tableau 8).

Les *Bryozoaires* sont abondants partout ; ce sont des *Cyclostomes*, notamment des *Hornea* (0,4 mm. et au-dessous) et aussi des *Crisia*, et des *Cheilostomes*, *Cellepora* abondants en petits fragments (2 à 0,5 mm.), *Cellaria* en fins articles cylindriques (0,5 à 0,2 mm.), portions de colonies de type *Membranipora* (0,5 à 0,08 mm., échantillons A, E, F, G, surtout) (Pl. VI, fig. 9 à 11). Les *Annélides* sont représentées par des tubes de Serpules : portions fixées, à section trigone, ou dressées, circulaires, en A (0.5 mm.), B (0,08 mm.), D (1.4 mm.), E et F (0,3 mm.) ; des Spirorbes (B, 0,5 mm.), et des fragments de tubes d'Hermelles (D, 1,4 mm ; F, 0,5 mm.) ; en E, nous avons déjà noté l'existence de tubes de *Lanice*.

Les *Echinodermes* sont nombreux et variés. Les *Oursins* sont représentés par des fragments de plaques, mais surtout des tronçons de radioles, appartenant soit au type morphologique « *Echinus* », ici sans doute *Strongylocentrotus*, présent dans tous les échantillons (1,4 à 0,15 mm.), soit de type morphologique « *Spatangus* », oursins de sable, sans doute *Echinocardium*, beaucoup plus rares (C, E et F, 0,5 mm., G, 0,09 mm.). Des vertèbres et des piquants d'Ophiures (Pl. VI, fig. 4 et 5) existent dans toutes les stations, dans les refus de tamis de 0,8 à 0,2 mm., et, en D, dans des fractions bien plus fines (0,09 mm.) ; des pièces brachiales latérales (Pl. VI, fig. 1 à 3), avec leurs tubercules biperforés qui supportent les piquants, sont fréquentes entre 0 6 et 0,4 mm. dans A, E, F et G notamment. Les fractions très fines (au-dessous de 0,1 mm.) sont souvent assez riches en spicules d'Holothuries, soit en plaques ovales d'une seule épaisseur de mailles, soit en petites sphères muriformes (*Cucumaria ?*) (B, D, E, F, G).

De façon assez générale aussi, et uniquement dans le matériel très fin (au-dessous de 0,1 mm.), on rencontre des spicules d'Alcyonaires courts, portant de nombreux tubercules eux-mêmes épineux, peut-être un *Alcyon* (tous les échantillons, sauf C) ; d'autres, en baguettes fines, allongées, simples et unies, sont des spicules de *Pennatulidées*, des apports du large par conséquent (A, C), à moins qu'il ne s'agisse de piquants de Chiton — mais aucune plaque de ces Amphineures n'a été observée.

Les Crustacés sont représentés presque partout par des débris de pinces ou de carapaces, à aspect finement mammelonné — et surtout par de nombreuses valves d'Ostracodes lisses ou ponctuées, dans les portions de 0.5 à 0,1 mm. — surtout en D et G, mais aussi en B, E et F. Enfin, on rencontre assez exceptionnellement (E, G, 0,2 à 0,1 mm.) des spicules monaxones de Silicisponges — ainsi que dans les parties très fines, décalcifiées, de F, de fines aiguilles indéterminées percées de trous, faites de silice, et, cependant, rappelant par leur forme et leur dimension certaines épines de larves plutéennes d'Oursins. Enfin, en D, dans la fraction sableuse plus fine que 45 µ, nous avons pu observer un spicule de *Didemnidé* (Pl. V, fig. 2).

Le règne végétal est représenté par des débris de bois assez fréquents, très petits, des Lithothammiées roulées, très rares (F), ou en mince placage sur des graviers siliceux (A) ; par les Champignons corrodants déjà décrits dans les spicules de Calcisponges ; enfin par

de très nombreuses Diatomées, surtout visibles naturellement dans les portions fines du matériel décalcifié : ce sont des *Centrisques* (*Coscinodiscus* : A, F ; *Triceratium* : D) ou des Pennées (notamment *Biddulfia*, surtout en C).

Enfin nous citerons la présence de sortes de petites cages noires, grossièrement sphériques, faites d'un treillis très lâche de filaments irréguliers (Pl. V, fig. 1). Ces objets, que MM. HOLLANDE et CACHON nous ont fait observer en très grande abondance dans le plancton des environs d'Alger, pourraient peut-être s'interpréter, à la lumière de ce qu'ils nous ont montré, comme de la matière charbonneuse non brûlée entourant les bulles de gaz de combustion des moteurs marins, ou, selon la suggestion de M. DURCHON, comme des bulles de scorie. En ce cas, cela pourrait devenir un excellent « fossile caractéristique » des sédiments du XX^{e} siècle, si, comme il le semble, puisqu'on les retrouve, au Mont Saint-Michel, dans des résidus de tamisage, ces objets à l'aspect de dentelles sont susceptibles d'une certaine solidité.

Dans l'ensemble, les éléments organiques de ces sédiments ont une origine littorale ou intercotidale, qui s'accorde parfaitement avec les conclusions de J. JACQUET (31). C'est, du reste, à peu près uniquement sur les Mollusques et sur les Foraminifères (1) qu'on peut baser une telle conclusion, les autres groupes n'ayant fourni aucun reste caractéristique à ce sujet.

CONCLUSIONS

Au terme de la description des sédiments étudiés, il nous faut d'abord les comparer avec ceux qui sont connus déjà dans la région, c'est-à-dire ceux décrits par J. JACQUET, à l'occasion de son étude très poussée sur la *Spartina Townsendi*, Graminée des prés salés et de leur voisinage immédiat.

Les coquilles trouvées par J. JACQUET (31) dans la *tangue*, qu'il a spécialement étudiée, sont, dans l'ensemble, les mêmes que celles que nous avons relevées ; les ressemblances sont si nombreuses qu'il vaut mieux signaler plutôt les dissemblances : nous n'avons rien vu qui rappelle *Barnea candida*, ni les *Sertulaires* si nombreux en placage sur la tangue, ni *Helix*, ni otholithes de poissons osseux ou de raies. Mais, si à part cela l'ensemble faunique semble bien le même, il ne faut pas oublier — et J. JACQUET y a insisté — que ces coquilles sont des épaves amenées de loin : du large ou de Cherrueix, dans la tangue ; comme dans nos sédiments, leur association est, non pas une « biocœnose », mais une « thanatocœnose », une association de cadavres, qui n'a pas de sens biologique ou bionomique marqué ! Or, à côté des très grandes analogies qui en résultent, nous devons noter, entre les tangues et nos sédiments, une très grande dissemblance granulométrique. Les tangues étudiées par J. JACQUET présentent à ce sujet des caractéristiques absolument typiques et constantes : trois maximum, 0,2, 0,085, 0,002 mm., séparés — J. JACQUET le spécifie — par des intervalles où il n'y a pratiquement rien. C'est, naturellement, la traduction des extraordinaires conditions de sédimentation de cette tangue. Rien de pareil dans nos sédiments. La répartition en est beaucoup plus continue. Et il n'y a pas ces maximum brutaux ; les maximum qui existent ne se correspondent pas entre eux, et ne correspondent pas à ceux de la tangue. Ainsi, malgré l'impression première, les dissemblances l'emportent sur les ressemblances, et nos sédiments, même les plus fins (C), ne sont absolument pas des tangues ni des sédiments apparentés à celles-ci. Notons, au reste, que les ressemblances portent sur un matériel qui, dans les deux cas - - mais encore bien plus pour la tangue —, est allogène. Insistons un peu sur les différences organiques : on trouve dans la tangue des *Barnea* qui viendraient du Nord (21, p. 182), des *Sertulaires*, du Nord aussi, sans doute, où sont les

rochers couverts de goémon ; des *Helix*, de la terre. Tout compte fait, nos sédiments se sont déposés entre le lieu d'origine de la plus grande partie du matériel organique de la tangue — le golfe, au delà de la ligne des plus basses mers — et le lieu où se forme la tangue — et leurs caractères le traduisent exactement.

Avec les sables grossiers décrits par J. JACQUET, il y a une grande analogie granulométrique. Mais nous n'avons naturellement jamais trouvé ni les grosses Nasses (*Nassa reticulata nitida*), ni les Scrobiculaires, des faciès saumâtres. Les analogies sont purement mécaniques, les deux sables étant déposés dans des milieux différents, sous l'action dominante des brisants.

Nous avons tenté aussi des comparaisons avec des sables marins divers, notamment ceux étudiés par L. BERTHOIS (3, 4). Les comparaisons sont assez difficiles et souvent décevantes. La fraction sableuse de A, ou le sable E, ne sont pas sans ressemblance avec les sables dont les stations 320, en Méditerranée, 441, en Atlantique, sont de bons exemples : 441 provient d'une profondeur de 70 mètres entre Belle-Ile et Penmarc'h, à la bordure supérieure d'un talus assez marqué ; 320, de 50 à 60 mètres, sur la côte de Provence.

Par contre, il y a des ressemblances nettes entre A, E et certains des sables de la plage du Portzic, près de Brest (7). L. BERTHOIS insiste sur le fait que les conditions géographiques très diverses influent sur la granulométrie du sable, qui est très variée, et ne permet pas de mettre tel type de sable sous la dépendance de tel ou tel phénomène mécanique.

Enfin, nous avons essayé de rapprocher les sables du Mont Saint-Michel de ceux étudiés par nous-mêmes dans les environs de Concarneau (34). Seuls, A et F du Mont Saint-Michel d'une part, et 2-3-4 de Concarneau d'autre part, se sont prêtés à ce rapprochement. Les courbes cumulatives de 2-3-4 CC et F sont presque superposables, avec des diamètres moyens très comparables : 0,25 pour F, 0,28 pour 2 et 3, 0,15 pour 4 ; A donne aussi une courbe presque superposable, mais après translation (diamètre moyen 0,7). Les courbes de fréquence indiquent, au contraire, une différence importante. Dans les sables A et F du Mont Saint-Michel, le maximum de fréquence coïncide à peu près exactement avec le diamètre moyen, tandis que dans 2, 3, 4 de Concarneau, le maximum de fréquence correspond à des diamètres franchement inférieurs au diamètre moyen. Pour faire ressortir cette différence, il faudrait calculer l'indice d'asymétrie, non pas systématiquement sur le diamètre moyen, mais d'après le point de la courbe cumulative qui correspond au maximum de la courbe de fréquence, quel que soit ce point. Ainsi apparaîtrait, dans le cas des sédiments concarnois cités, une très forte asymétrie que ne traduisent pas les coefficients habituellement utilisés.

Du reste, les sables 2, 3, 4 de Concarneau eux-mêmes correspondent à des milieux très divers : plage très côtière, au voisinage des rochers, pour 2 ; fonds plus franchement marins, littoraux mais non côtiers (3 et 4), dans un milieu agité de courants de marée, agité aussi par les fortes vagues des tempêtes qui sévissent durement dans ces parages. Le seul caractère commun entre ces sables concarnois et les échantillons A et F du Mont Saint-Michel est donc le fait qu'ils ont vraisemblablement tous subi une lévigation ; encore est-il que cette lévigation a eu des résultats différents dans les deux cas.

Conclusions générales.

Nous avons vu l'importance que, d'après L. BERTHOIS, peuvent avoir les conditions locales sur les caractères d'un sable. Il est donc intéressant d'essayer d'étudier les sables marins dans un milieu aussi uniforme que possible, c'est-à-dire sur de grandes étendues où

les accidents susceptibles de modifier localement les conditions sont le plus rares, le plus éloignés ou le plus négligeables possible. Il semble que l'estran de la Baie du Mont Saint-Michel, au bas des marées de vives eaux, réponde assez bien à ces *desiderata*. Mis à part les constructions des Hermelles, les bancs de graviers coquilliers, les ravins creusés par les courants de jusant, il n'y a pas d'accidents majeurs : rochers ou ligne côtière sont situés à des kilomètres de là, leur action perturbatrice ne peut être qu'insensible. Les courants de jusant, outre leur action érosive locale, entraînent vers le large les argiles et les colloïdes divers : tangues ou apports fluviaux qui se déposent sur l'estran (31, p. 208) et peuvent ultérieurement s'intégrer au sédiment en formation. Les vagues, qui déferlent surtout à la bordure externe de la grève (A) ou à l'accorre des bancs, ne brisent ailleurs que sous l'action du vent qui les force, la profondeur restant trop faible pour permettre la propagation simple de la houle ; l'agitation qui en résulte se traduit par l'existence, notamment, de courants de translation, probablement assez constants quant à leur vitesse maximum, et explique bien ainsi l'ablation des fines que nous avons notée.

Un élément de diversité subsiste : l'activité constructrice des Hermelles. Encore ne peut-on trop insister sur ce point ; en effet, ces récifs sont répandus sur d'immenses étendues, et on ne peut dire qu'ils apportent une perturbation au milieu : ils sont, localement, un des caractères essentiels du faciès géologique de cet estran, indissociable des sables voisins, dont ils sont faits et qu'ils contribuent à fixer, ou même, par leur destruction plus ou moins complète, à régénérer.

Aussi, étant donné l'uniformité, toute relative, mais cependant sensible, des facteurs mécaniques et organiques en présence, on peut espérer que les sables de la Baie devraient pouvoir servir d'étalons de comparaison, beaucoup plus que ceux recueillis dans des sites aux conditions plus complexes. C'est dans cet espoir que nous en avons donné ici une analyse qui, nous l'espérons, pourra être utile à d'autres chercheurs dans l'interprétation de cas analogues ou même plus complexes, en attendant que des prélèvements plus nombreux permettent une connaissance plus approfondie de cette Baie exceptionnelle.

BIBLIOGRAPHIE

1. Aurouze (G.). — Etude de Foraminifères actuels de la Manche au voisinage de Roscoff. Diplôme Et. Sup., 1952, Lab. Géol. Appl. Sorbonne.

2. Bernard (F.), Lecal (J.), Codinat (R.). — Etude des sédiments marins au large d'Alger, teneur en azote et carbone organique. *Bull. Inst. océanogr.*, Monaco, n° 963, 1950, 11 p., 4 fig.

3. Berthois (L.). — Contributions à l'étude des sédiments de la Méditerranée occidentale. *Ann. Inst. océanogr.*, nouvelle série, **20** (1), 1939, 50 p., 7 fig.

4. Berthois (L.). — Recherches sur les sédiments du Plateau continental atlantique. *Ibid.*, **23** (1), 1946, 63 p., 9 fig.

5. Berthois (L.). — Remarques sur la statistique granulométrique dans l'étude des sables. *Circulaire C.R.E.O.*, R.T.B., n° 3, 1949.

6. Berthois (L.). — Contribution à l'étude de l'érosion marine et la formation des galets. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, **8**, 1949, 55 p., 33 fig.

7. Berthois (L.). — Granulométrie comparée de quelques sables marins. *Bull. Soc. Sc. Bretagne*, **25**, 1950, p. 31-62.

8. Berthois (L.). — Genèse et caractère des galets argileux en Loire. *C. R. somm. S. G. F.*, 1952, p. 264-266.

9. Berthois (L.). — Contribution à l'étude lithologique de l'Archipel des Açores. *Comun. Serv. Geol Portugal,* **34**, 1953, 195 p., 29 tabl., 49 fig., 13 pl. dessins et photo.

10. Berthois (L.). — Remarques sur la granulométrie des sables de plage de Saint-Quay. *Bull. Soc. Lin. Normandie,* 9e série, **6**, 1951-53 (1954), p. 30-34.

11. Bourcart (J.). — Essai d'une classification raisonnée des matériaux meubles. *Bull. Soc. Géol. Fr.,* **5**, XI, 1941, p. 117-153.

12. Bourcart (J.), Jacquet (J.). — Sur la répartition des sédiments dans la Baie du Mont-Saint-Michel *C. R. Ac. Sci.,* **222**, 1946, p. 1507-1508.

13. Bourcart (J.), Jacquet (J.), Francis-Bœuf (Cl.). — Sur la nature du sédiment appelé tangue. *C. R. Ac. Sci.,* **218**, 1944, p. 469-470.

14. Bourcart (J.), Jacquet (J.), Francis-Bœuf (Cl.). — Sur les conditions de dépôt de la tangue dans la Baie du Mont-Saint-Michel. *Ibid.,* **218**, 1944, p. 763-764.

15. Bourcart (J.), Jacquet (J.), Francis-Bœuf (Cl.). — La tangue de la Baie du Mont-Saint-Michel. *C. R. somm. Soc. Biogéogr.,* n° 178-179, 1944, p. 43-46.

16. Bourcart (J.), Romanowsky (Vs.). — Sur les propriétés physiques d'ensemble du sédiment appelé *tangue. C. R. Ac. Sci.,* **219**, 1945, p. 74-76.

17. Van den Broek (E.). — Liste des Foraminifères du Golfe de Gascogne. Fonds de la Mer, **2**, 1874, p. 146-153.

18. Van den Broek (E.). — Note sur les Foraminifères de l'argile des polders. *Ann. Soc. belge de Microscopie,* **3**, 1876-77, p. 1-10.

19. Bruet (E.). — Contribution à l'étude de certaines concrétions des lacs et cours d'eau de l'Amérique du Nord. *Bull. S. G. F.,* **5** (12), 1942, p. 3-14, pl. 1.

20. Cailleux (A.). — Limites dimensionnelles et noms des fractions granulométriques. — *Bull. S. G. F.,* **6**, IV, 1954, p. 643-646.

21. Cushman (J. A.). — The Foraminifera of the Atlantic Ocean. *Smith. Inst., U. S. Nat. Mus., Bull.,* 1918-1931.

22. Cushman (J. A.). — Recent Belgian Foraminifera. *Inst. Royal Sci. Nat. Belg., mém.* 111, 1949, 59 p., 10 pl.

23. Dangeard (L.). — Documents géologiques concernant les dragages du « Pourquoi Pas ». Première partie de la croisière (juin-juillet 1926). *Bull. Soc. Géol. Min. Bretagne,* **7** (3-4), 1927, p. 198-200.

24. Dangeard (L.). — Glauconie actuelle dans la zone nérétique. *C. R. Ac. Sci.,* **183**, 1926, p. 1346-1348.

25. Dangeard (L.). — Observations de géologie sous-marine et d'océanographie relatives à la Manche. *Ann. Inst. océanogr.,* **6** (1), 1929, 296 p., 8 pl., 18 cartes.

26. Demolon (A.). — La dynamique du sol. Principes d'agronomie. 1. Dunod, Paris, 1932.

27. Douville (Fr.). — Foraminifères de Roscoff. *Trav. St. biol. Roscoff,* **14**, 1936, 9 p.

28. Duchaufour (Ph.). — Pédologie. Centre de Docum. Universit., 171 p. ronéotypées.

29. Galaine (C.), Houlbert (C.). — Les récifs d'Hermelles de la Baie du Mont-Saint-Michel. *C. R. Ac. Sci.,* **162**, 1916, p. 613-614.

30. Goes (A.). — A Synopsis of the Arctic and Scandinavian recent marine Foraminifera hitherto discovered *Kungl. Svenska Vetensk. Acad. Handinglar,* Bd. 25, N. 9, 1892, 128 p., 25 pl.

31. Jacquet (J.). — *Spartina Townsendi,* Groves (H. et J.). — 1881. Anatomie. Répartition géographique. Ecologie. Paris, Lechevalier, 1949, 374 p., 69 fig., très importante bibliographie.

32. Kerforne (F.). — Sur la disparition des récifs d'Hermelles de la Baie du Mont-Saint-Michel. *P. V. Soc. Géol. Min. Bretagne,* **4** (4), 1923, p. 301.

33. King (C. A. M.). — Depth of disturbance of sand on sea beaches by waves. *J. Sed. Petrol.*, **21** (3), 1951, p. 131-140.

34. Lefebvre (P.), Lucas (G.). — Etude de quelques sédiments marins des environs de Concarneau (Finistère). *Bull. Inst. océanogr.*, Monaco, n° 1062, 1955, 35 p., 6 fig., 1 pl.

35. Lux (R.). — Sur la teneur en matière organique des sédiments marins à Monaco et à Concarneau. *Ibid.*, n° 760, 1938.

36. Marie (P.). — Sur les Foraminifères des bassins à flot de Saint-Malo. *Bull. Labor. Marit. Dinard*, **18**, 1938, p. 31-33.

37. Marie (P.). — Sur la faune de Foraminifères de l'estuaire de la Rance. *Ibid.*, **20**, 1938, p. 68-86.

38. Parquer (W. K.), Jones (T. R.). — On Some Foraminifera from the North Atlantic and Arctic Oceans, including Davis Straits and Baffin's Bay. *Phil. Trans.*, **155**, 1865, p. 325-442, pl. 12-19.

39. Petitjohn (F. J.). — Sedimentary rocks. Harper and B^s, New York, 1949, 526 p., 131 fig., 40 pl.

40. Prenant (M.). — Sur quelques types de sables littoraux. *C. R. somm. Soc. Biogéogr.*, 13^e année, 1936, p. 1-3.

41. Rivière (A.). — Expression analytique générale de la granulométrie des sédiments meubles. *Bull. S. G. F.*, **6** (2), 1952, p. 155-167.

42. Rivière (A.). — Méthode d'interprétation de la granulométrie des sédiments meubles. *Rev. Inst. Fr. Pétrole*, numéro spécial, 1953, p. 102-107, 2 fig.

43. Schlumberger (C.). — Note sur le genre *Adelosina*. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, **11**, 1886, p. 91-104, pl. 16.

44. Terquem (O.). — Essai sur le classement des animaux qui vivent sur la plage et dans les environs de Dunkerque, Paris, 1875, 143 p., 17 pl.

45. Twenhofel (W. H.), Tyler (S. A.). — Methods of study of sediments, New-York et Londres, Mac Graw-Hill, 1941, 183 p., 15 fig.

SUR LA PRÉSENCE D'EBRIÉDIENS DANS LE PLANCTON DE LA BAIE DE POINTE-NOIRE (A.E.F.)

par M. Rossignol

Les Ebriédiens, flagellés marins planctoniques à squelette siliceux interne, qui étaient très abondants à l'époque tertiaire, ne sont plus représentés que par deux genres, « *Ebria* » Borgert (1891) et « *Hermesinum* » Zacharias (1906). Trouvés tour à tour en Mer Baltique, en Mer du Nord, en Méditerranée, dans le Pacifique Nord, dans le nord et le sud de l'Atlantique, ils n'avaient pas encore été signalés dans les mers tropicales. Aussi avait-on tendance à les considérer comme des organismes d'eaux froides ou tempérées. Leur présence sur la côte ouest africaine, par 4° 48′ de latitude sud, tout en étendant considérablement leur aire de répartition, semble infirmer ce point de vue. Sans vouloir tirer de conclusions hâtives, il nous a paru intéressant de rapporter les conditions de leur apparition en baie de Pointe-Noire.

Le 17 juin 1955, présence dans le plancton de très nombreux *Ebria tripartita* (Schumann), dont plusieurs en voie de division, individus présentant un squelette fils plus ou moins développé ; squelettes doubles.

Conditions hydrologiques (Fonds : 17 m.)

Profondeur (m)	Température (t° C)	Salinité (s ‰)
1	20.45	35.75
5	19.15	35.82
10	18.85	35.73
15	18.80	35.90

Nature du plancton.

1) ***Zooplancton :*** pauvre ; plus pauvre au large que près de la côte. Représenté par quelques copépodes, Diphyidæ, larves de crustacés (crabes et Penaeidæ), sagittes, œufs de poissons.

2) ***Phytoplancton :***

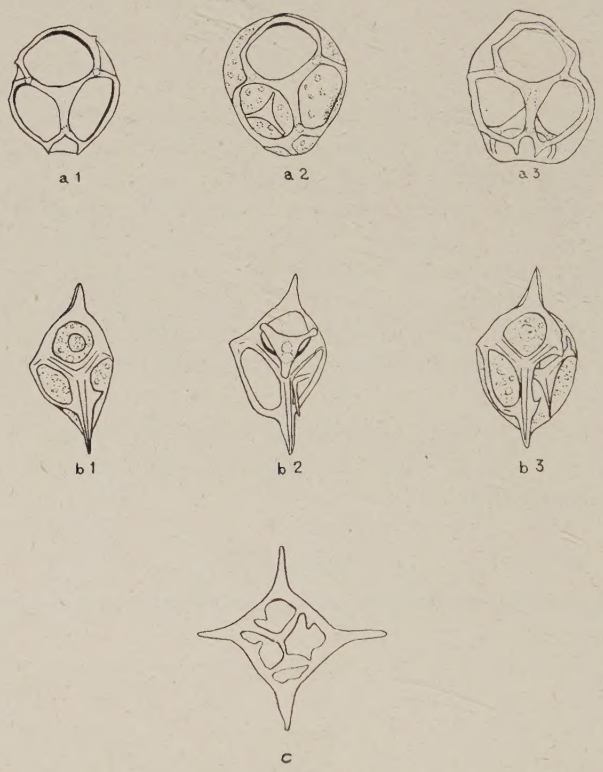
Diatomées : véritable « floraison » de formes minuscules, chaines de *Chætoceros* sp. : *Thalassionema nitzschioïdes, Rhizosolenia* sp. principalement. Egalement *Melosira* sp., *Streptotheca* sp., *Biddulphia* sp., *Navicula* sp., *Eucampia* sp., *Asterionella japonica, Thalassiosira* sp., *Pleurosigma* sp. Peu de *Coscinodiscus.*

Péridiniens : nombreux *Ceratium furca* et *Peridinium* sp. Quelques *Pyrophacus horologium* et *Doniphysis* sp.

Notons également la présence de quelques Silicoflagellidés de l'espèce *Dictyocha fibula* Ehrenberg, et de nombreuses déjections de copépodes de couleur verte, composées sans doute de débris de diatomées et de péridiniens à peine digérés.

Une étude de la teneur en chlorophylle, d'après la méthode Harvey, faite par G. Berrit, a donné le chiffre jamais atteint jusqu'à présent de 66.000 U.H./m^3.

Durant la période qui suivit, cette prairie marine fut littéralement broutée par les copépodes et les innombrables ciliés qui en étaient gorgés ; les Ebriédiens ne furent plus



a (1, 2, 3) : *Ebria tripartita* × 600.
b (1, 2, 3) : *Hermesinum adriaticum* × 600.
c : *Dictyocha fibula*.

représentés que par quelques rares individus jusqu'à l'apparition, le 5 juillet 1955, d'une nouvelle forme que nous avons rapportée (en attendant une étude plus détaillée du squelette) à l'espèce : *Hermesinum adriaticum*.

Quelles sont les conditions hydrologiques qui ont précédé ces éclosions ?

De fin janvier à fin avril, la baie était envahie par des eaux chaudes ($> 25°$ C) et peu salées (< 35 ‰). La diatomée du genre *Coscinodiscus* prédominait, avec des « floraisons » sporadiques.

Fin avril, à une amorce de la remontée des couches océaniques semi-profondes ($t < 25°$ C ; $s > 35$ ‰), correspondait la présence dans le plancton, en nombre important, de diatomées des genres *Chætoceros, Rhizosolenia, Thalassionema*.

Une nouvelle dessalure des couches superficielles (0-10 m.) redonnait en mai la prédominance aux *Coscinodiscus*.

En juin, une poussée plus importante des couches semi-profondes amenait dans la baie des eaux dont la température de surface était voisine de 20° C et la salinité nettement supérieure à 35 ‰ ; avec elles, apparaissait la « floraison » dont nous avons parlé plus haut.

En ce qui concerne les Ebriédiens, deux suppositions sont alors permises :

— ce sont des organismes allochtones amenés par la remontée des couches semi-profondes ;

— ce sont des organismes autochtones présents dans la baie, mais rares et pouvant passer inaperçus lorsque les conditions ne sont pas favorables.

Leur multiplication serait favorisée par l'apport de sels nutritifs.

Seules, des observations nombreuses et répétées nous permettront de conclure. Quoi qu'il en soit, il nous est d'ores et déjà possible de dire que les Ebriédiens sont des organismes à vaste répartition géographique, dont l'apparition ou le développement en baie de Pointe-Noire est étroitement lié à l'arrivée des eaux océaniques « relativement froides et salées ».